

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Международной научно-практической конференции  
«Системы контроля окружающей среды – 2021»**

Севастополь

2021 г.

УДК 55

**Системы контроля окружающей среды – 2021** / Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Севастополь, 09 – 12 ноября 2021 г. – Севастополь: ИК ИПТС, 2021. – 122 с.

В сборнике представлены тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной обсуждению процессов, определяющих глобальные и региональные климатические аномалии и экологические условия в прошлом, настоящем и будущем; современных технических средств, информационных технологий и математических моделей для прогнозирования широкого спектра природно-техногенных процессов и комплексного научно-методического обеспечения рационального природопользования, безопасности жизнедеятельности и обороноспособности Российской Федерации.

**Редакционная коллегия:**

к.ф.-м.н. Бардин М.Ю., д.г.н. Воскресенская Е.Н.,  
д.т.н. Гайский В.А., д.т.н. Греков Н.А., к.т.н. Греков А.Н., д.т.н. Кебкал К.Г.,  
д.т.н. Краснодубец Л.А., к.г.н. Маслова В.Н., д.г.н. Полонский А.Б.,  
д.б.н. Романовская А.А., к.т.н. Садаков В.А.,  
д.ф.-м.н. Семенов В.А., к.г.н. Сухонос О.Ю.,

Материалы опубликованы с сохранением авторской редакции.

**ISBN 978-5-6047088-0-4**

©Авторы материалов

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<i>Антонович В.В., Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Аришинова В.Г., Аришинов М.Ю., Белан Б.Д., Белан С.Б., Давыдов Д.К., Зенкова П.Н., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Панченко М.В., Пестунов Д.А., Пташник И.В., Рассказчикова Т.М., Савкин Д.Е., Симоненков Д.В., Складнева Т.К., Толмачев Г.Н., Фофонов А.В., Чернов Д.Г., Шмаргунов В.П.</i> Карбоновые полигоны и мобильные комплексы ИОА СО РАН для исследования динамики парниковых газов в атмосфере	12
<i>Веляев Ю.О., Майоров Д.В.</i> О перспективах применения диоксида кремния, получаемых из нефелинового концентрата, в хроматографии.	13
<i>Гайский В.А.</i> Принципы построения гидростатического дифференциального измерителя локальной плотности природных вод.	14
<i>Греков А.Н., Алексеев С.Ю., Башкиров В.Ю.</i> Метод машинного обучения в навигационных системах.	15
<i>Греков А.Н., Греков Н.А., Кравцова С.Е., Сычев Е.Н.</i> Метод автоматического определения в условиях океана параметров состояния морской воды.	16
<i>Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н.</i> Определение аномалии солёности по данным измерений SVP.	17
<i>Дурманов М.А., Янковский С.И.</i> Датчик проводимости морской воды.	18
<i>Зеленова М.С., Гинзбург В.А., Седякин В.П.</i> Актуальность использования спутниковых данных для создания системы мониторинга парниковых газов.	19
<i>Казанцев С.В., Клименко А.В.</i> Проектирование и моделирование режимов работы термоанемометрического датчика скорости и направления потока жидкости.	20
<i>Касьяненко К.А., Рязанов В.А., Шмырева И.Г., Пузанова Л.И.</i> Разработка программы и методики испытаний автоматизированного биосенсорного комплекса раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды.	21
<i>Кельцьева О.А., Горбунов А.Ю., Александрова М.Л., Краснов Н.В., Бардин А.А., Ильюшонок С.К., Краснов К.А., Бабаков В.Н., Подольская Е.П.</i> «Лаборатория на мишени» для моделирования биотрансформации ксенобиотиков на примере диклофенака.	22
<i>Клименко А.В., Казанцев С.В.</i> Методы повышения точности и быстродействия измерительных каналов кондуктометра.	23
<i>Клименко А.Г.</i> Создание математической модели для исследования характеристик когенерационных ГПД.	24

<i>Костенко М.А., Петров Д. В., Матросов И.И.</i> Применение периодических плазмонных структур для определения состава атмосферного воздуха.	25
<i>Краснодубец Л.А.</i> Применение динамических измерений в задачах оперативной океанологии.	26
<i>Краснодубец Л.А., Канов Л.Н.,</i> Оценка рельефа морского дна в районе гидрографической станции методом моделирования внутренних волн.	27
<i>Кручина Е.Б., Бурцева Л.В., Позднякова Е.А.</i> Организация и технология проведения фоновых мониторингов загрязнения окружающей среды.	28
<i>Кузьмин К.А., Греков Н.А.</i> Береговой аппаратно-программный блок комплекса АБКЭМ.	29
<i>Павлов М.И., Казаков Д.А., Павленко О.И.</i> Усовершенствование экспериментальной методики исследования турбулентности с целью модельной параметризации циркуляций Ленгмюра.	30
<i>Пелюшенко С.С., Греков А.Н., Шишкин Ю.Е., Маврин А.С.</i> Построение границ объектов для автопилота надводного робота по спутниковым снимкам методами компьютерного зрения.	31
<i>Пеньков М.Н.</i> Лабораторная установка для изучения влияния переменного электромагнитного поля на морскую микробиоту.	32
<i>Роганов В.Н.</i> Прорывная гипотеза о структуре и механизме гравитации.	33
<i>Рязанов В.А., Греков Н.А., Коровин А.Н., Лекарев Г.В., Пасынков М.А.</i> Особенности структурно-функциональной схемы автоматизированного биосенсорного комплекса (абкэм).	34
<i>Сосновский Ю.В.</i> Программная модель датчика ИТВ на сетевую подсистему АСУ ТП на основе методов машинного обучения.	35
<i>Стаценко И.Н., Терещук В.С., Греков А.Н., Дологлонян А.В., Клименко А.Г.</i> Автоматизированный буй циклического погружения и всплытия с горизонтальным перемещением по поверхности воды в заданном направлении.	36
<i>Степанова О. А., Гайский П.В., Шоларь С.А.</i> Влияние постоянного магнитного поля на альговирussy и на культуры микроводорослей в условиях эксперимента.	37
<i>Степанова О.А., Шоларь С.А.</i> Изоляция и предварительное изучение нового для науки альговируса микроводоросли <i>Proocentrum cordatum</i> .	38
<i>Степанова О.А., Шоларь С.А.</i> Оценка мониторинга индикаторных альговирусов при понижении антропогенного пресса в период пандемии Covid-19 (2020–2021 гг.).	39
<i>Таничев А.С., Петров Д.В., Матросов И.И.</i> Метод определения гелия в метан-содержащих газах с помощью спектроскопии КР.	40

<i>Трусевич В.В., Мишуков В.Ж., Кузьмин К.А.</i> Оценка чувствительности моллюсков перловиц ( <i>Unio pictorum</i> ), используемых в системах автоматизированного биомониторинга водной среды, к нефтяному загрязнению.	41
<i>Умерова Л.Р.</i> Использование космических снимков и ГИС-технологий как инструмент исследования водных объектов.	42
<i>Филатова В.Э., Смирнова Л.Л.</i> Измерение фоновой радиоактивности окружающей среды в центральном районе г. Севастополь.	43
<i>Халиков И.С.</i> Повышение эффективности извлечения высокомолекулярных ПАУ из почв ацетонитрилом с использованием ацетата натрия.	44
<i>Халиков И.С.</i> Способ сравнения пространственно-временных различий содержания химических компонентов в объектах природной среды.	45
<i>Ходосова Н.А., Бельчинская Л.И.</i> Биоэлектрический потенциал как индикатор метаболических процессов хвойных растений.	46
<i>Широков И.Б., Евдокимов П.А., Широкова Е.И.</i> Блок ретранслятора устройства контроля изменения состава воздушной среды.	47
<i>Шишкин Ю.Е.</i> Обнаружение неоднородностей и аномалий данных мониторинга морской среды методами вейвлет-анализа.	48
<i>Шишкин Ю.Е., Греков А.Н.</i> Повышение надежности распознавания изображений морских объектов за счет системы инвариантных метрик.	49
<i>Шорохов С.А., Сенченко М.В.</i> Обзор инструментов для экологического мониторинга: глубоководные акустические размыкатели Applied Acoustics, регистраторы Level SCOUT заболоченных территорий и приливных зон Van Walt, волномеры RADAC	50

## СЕКЦИЯ 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Аверьянова Е.А.</i> О режимах меридиональной циркуляции в Атлантическом океане в прошлом и настоящем.	53
<i>Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А.</i> Сравнение степени меридиональности атмосферной циркуляции в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления.	54
<i>Аржанова Н.М., Давлетшин С.Г., Дементьева Т.В., Клещенко Л.К., Коришанова Н.Н.</i> Мониторинг приземного климата на территории России: методические аспекты, оценка текущего состояния и тенденций изменения.	55
<i>Афанасьева В.В., Воскресенская Е.Н., Марчукова О.В.</i> Оценка возможных изменений повторяемости событий Эль-ниньо и Ла-нинья к концу XXI века по моделям проекта CMIP6.	56

<i>Большаинов Д.Ю.</i> Вековые колебания климата и уровня моря российской Арктики.	57
<i>Валле А.А.</i> Долговременные тенденции в изменчивости кислорода в области пограничного слоя черного моря.	58
<i>Вышкваркова Е.В., Рыбалко Е.А., Марчукова О.В., Баранова Н.В.</i> Оценка текущих и будущих условий тепло- и влагообеспеченности Севастопольского региона для выращивания винограда.	59
<i>Галушин Д.А., Громов С.А., Авдеев С.М.</i> Оценка тенденций изменения выпадения серы от зарубежных источников на территорию России вследствие трансграничного переноса за 1997 – 2017 гг.	60
<i>Гребнева Е.А.</i> Тенденция изменений величины рН поверхностных вод глубоководной части Черного моря за период с 1977 по 2020 гг.	61
<i>Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воронин Д.Ю., Кузнецов П.Н., Евстигнеев М.П.</i> Переход к адаптивной системе климатического мониторинга в условия меняющегося климата.	62
<i>Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воронин Д.Ю., Кузнецов П.Н.</i> Оценка погодно-климатических рисков от опасных метеорологических явлений в Крымском регионе.	63
<i>Китаев Л.М., Алешина М.А., Титкова Т.Б., Бокучава Д.Д., Варенцова Н.А.</i> Региональная изменчивость гидрометеорологических характеристик субарктики Восточно-Европейской равнины	64
<i>Климов В.В.</i> Энергоинформационные технологии гармонии и здоровья.	65
<i>Климов В.В.</i> Исследование оптических полей Байкала, Японского моря и Тихого океана.	66
<i>Кухта А.Е., Максимова О.В.</i> Прогноз отклика линейных приростов сосны обыкновенной Печоро-Илычского заповедника на изменение температуры приземного воздуха в Российской Арктике.	67
<i>Лазунин А.А., Мирсаева Н.А.</i> Оценка суровости холодного периода на примере Ханты-Мансийского автономного округа.	68
<i>Лубков А.С.</i> О изменении температурного режима и режима осадков к концу XXI века в Севастопольском регионе по материалам СМIP6.	69
<i>Лубков А.С., Журавский В.Ю., Воскресенская Е.Н.</i> О возможности применения нейронных сетей для долгосрочного прогноза циклонической активности в Черноморском регионе.	70
<i>Лубков А.С., Сухонос О.Ю.</i> О потенциале использования ветроэнергетических ресурсов крымского полуострова.	71

<i>Максимова О.В., Гинзбург В.А.</i> Построение мультимодели для прогнозирования температуры приземного воздуха в Российской Арктике.	72
<i>Неведров Н.П., Фомина М.Ю., Попова Г.И., Байдак Е.А., Кузнецова Е.А., Довидович Е.Д.</i> Климатогенный и фитогенный факторы сукцессий песчаных альфегумусовых почв лесостепной зоны.	73
<i>Новоселова Е. В., Белоненко Т. В.</i> Расчёт потенциальной завихренности на примере Лофотенского вихря.	74
<i>Пекарникова М.Е., Полонский А.Б.</i> Анализ реалистичности достижения основной цели Парижского соглашения при существующей системе правового регулирования и контроля за антропогенными выбросами парниковых газов.	75
<i>Пикалёва А.А., Школьник И.М., Ефимов С.В.</i> Ансамблевое прогнозирование регионального климата как инструмент оценки будущих воздействий на окружающую среду и экономику.	76
<i>Полонский А.Б., Федотов А.Б.</i> Циркуляция вод Северной Атлантики в условиях глобального потепления.	77
<i>Попова Е.Н., Попов И.О.</i> Наблюдаемые изменения агроклиматических показателей на территории России и сопредельных государств.	78
<i>Рыбак О.О., Рыбак Е.А., Корнева И.А., Постникова Т.Н., Губанов А.С.</i> Математическое моделирование эволюции оледенения центрального Кавказа.	79
<i>Рычкова А.А., Громов С.А., Жигачева Е.С.</i> Оценка трендов концентраций соединений серы и азота в поверхностных водах рек на станциях ЕАНЕТ за 2007-2020 гг.	80
<i>Серебренников А.Н., Полонский А.Б.</i> Долгопериодные тенденции изменения интенсивности восточных пограничных апвеллинговых систем по различным спутниковым данным.	81
<i>Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н.</i> Особенности лечебно-оздоровительного туризма на территории города Севастополя в разные сезоны года на основании биоклиматических индексов.	82
<i>Сухонос О.Ю., Воскресенская Е.Н.</i> Оценка климатических показателей как факторов риска аномального состояния водных объектов Севастопольского региона.	83
<i>Сухонос П.А., Полонский А.Б.</i> Аномальная структура верхнего слоя северо-восточной части Северной Атлантики в 2010 году.	84
<i>Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.</i> О генерации Индоокеанского диполя	85
<i>Хорошунова Д.А.</i> Особенности паводка 2021 г. на малых реках Севастополя.	86

*Черенкова Е.А.* Особенности региональных изменений гидротермического режима зимой на севере и в центре Европейской России в последние десятилетия. 87

### СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Агаркова-Лях И.В.* Развитие опасных экзогенных геологических процессов на юго-западном побережье Крыма. 91

*Андреева Н.А.* Состав бентосной альгофлоры на глубоководных станциях черноморского побережья крымского полуострова. 92

*Бабаев Б.Г., Пантелей Е., Мочалкин А.Н.* Мониторинг бассейна реки Волги с использованием автономных необитаемых надводно-подводных аппаратов. 93

*Гладчук А.С., Кажеева Н.М., Бабаков В.Н., Роговская Н.Ю., Федотов А.Д., Мельникова М.В., Краснов К.А., Подольская Е.П.* Компонентный состав и биологическая активность лиофилизата гонад морского ежа *Strongylocentrotus Droebachiensis*. 94

*Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Очеретяный В.А.* Переменные режимы замкнутых микрогазотурбинных двигателей с окислителем воздухом в энергоустановках подводных несущих платформ. 95

*Дологлонян А.В., Стребков Д.С., Матвеев В.Т., Стаценко И.Н.* Влияние климатических условий на эффективность гибридных солнечных микрогазотурбинных установок. 96

*Егоркин А.А.* Совершенствование методологии оценки воздействия специальных объектов на окружающую среду как инструмент обеспечения экологической безопасности. 97

*Истомин В.В., Клименко А.Г., Тверская С.Е.* Энергоэффективность и экологическая безопасность морских судов и сооружений. 98

*Казанкова И.И., Казанцев С.В., Шлык А.В.* О необходимости контроля обеспеченности пищей мидий при их использовании в электронном биомониторинге. 99

*Караева Н.В., Черкашина А.В.* Продуктивность агроценозов сидеральных культур в условиях степного Крыма. 100

*Каширина Е.С.* Картирование охраняемых видов растений с использованием платформы Inaturalist. 101

*Клименко А.Г., Стаценко И.Н., Дологлонян А.В., Терещук В.С., Никонов В.Г.* Анализ вариантов перевода транспортных средств на водородное топливо. 102

*Корунов А.О., Халиков И.С.* Влияние эпидемиологической обстановки (COVID-19) на концентрацию бенз(а)пирена в атмосферном воздухе городов России в апреле 2020 года. 103



<i>Лысенко В. И.</i> Особенности защиты географической оболочки земли от метана сообществом архей и бактерий по результатам экспериментальных исследований.	104
<i>Нагина М.А.</i> Анализ экологичности мусоросжигания.	105
<i>Новиков А.А.</i> Relief as a condition for development of the road network.	106
<i>Носова М.В., Середина В.П., Рыбин А.С.</i> Трансформационные изменения техногенно-засоленных почв в условиях среднетаежной подзоны Западной Сибири.	107
<i>Олейник А.Ю.</i> О возможности защиты композитных материалов от процессов деградации под воздействием атмосферных факторов.	108
<i>Петрова Е.А., Петухов В.И.</i> Оценка уровня загрязнения донных отложений залива Угловой (залив Петра Великого, Японское море).	109
<i>Подольская Е.П.</i> Новые подходы для определения экотоксикантов и биологически активных веществ в природных и биологических средах с использованием метода Ленгмюра.	110
<i>Садоков Д.О., Красушкина А.В.</i> Опыт внедрения раздельного сбора отходов в сельской местности: проблемы и перспективы.	111
<i>Сафонов В.А.</i> Об ошибках при определении энерговыработки солнечных и ветровых установок.	112
<i>Сафонов В.А., Дьяков Н.Н.</i> Способ защиты от инфекций типа коронавируса.	113
<i>Сафонов В.А., Дьяков Н.Н., Лапа М.В., Жилев С.А.</i> Энерговыработка солнечно - ветровых установок на прибрежных территориях.	114
<i>Сизова О.С., Столбов А.Я.</i> Влияние состава противообрастающих покрытий и факторов окружающей среды на их эффективность.	115
<i>Турин Е.Н.</i> Изучение системы земледелия прямого посева в 2019/2020 гг.	116
<i>Турина Е.Л., Ростова Е.Н.</i> Качество растительных масел, получаемых из семян культур, культивируемых в Крыму.	117
<i>Фризен А.В., Андрюшин Д.С.</i> Мониторинг параметров симферопольского водохранилища с использованием спутниковых данных за период 2018-2021 гг.	118
<i>Цинкобурова М.Г., Норова Л.П.</i> К вопросу о состоянии ценных геологических объектов южного Приильменья.	119
<i>Юнчик Ю.А.</i> Влияние роста городов на состояние водных ресурсов.	120



## **СЕКЦИЯ 1**

### **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

## КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ И МОБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИОА СО РАН ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ

Антонович В.В., Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Аршинова В.Г., Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Белан С.Б., Давыдов Д.К., Зенкова П.Н., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Панченко М.В., Пестунов Д.А., Пташник И.В., Рассказчикова Т.М., Савкин Д.Е., Симоненков Д.В., Скляднева Т.К., Толмачев Г.Н., Фофонов А.В., Чернов Д.Г., Шмаргунов В.П.

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия  
bbd@iao.ru*

В 2021 году Правительство РФ наконец-то озаботилось проблемой парниковых газов и объявило о создании на территории России карбоновых полигонов для изучения пространственно-временной изменчивости их концентрации. Международное же сообщество занялось данной проблемой еще в начале 90-х годов прошлого века. В мире были созданы сотни станций для мониторинга парниковых газов в самых разных регионах планеты. При отсутствии централизованного финансирования ряд организаций РФ начал создавать подобные пункты мониторинга в инициативном порядке. Одной из таких организаций является Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, создавший несколько стационарных и передвижных пунктов. В настоящем докладе дается их описание и приводятся основные результаты мониторинга парниковых газов за предыдущие десятилетия.

Исторически первой (в декабре 1992 года) была создана TOR-станция в рамках международного проекта по исследованию тропосферного озона TOR (Tropospheric Ozone Research) европейской программы EUROTRAC. Она работает и в настоящее время. Она находится на северо-восточной окраине Томского Академгородка. Затем в строй была введена обсерватория «Фоновая», расположенная на восточном берегу реки Оби, в 60 км к западу от Томска. Для контроля концентрации парниковых газов в пригородном районе была запущена обсерватория «Базовый экспериментальный комплекс» в 3 км к востоку от TOR-станции. С целью расширения контролируемой территории в начале 2000 годов была создана сеть JR-STATION (Japan-Russia Siberian Tall Tower Inland Observation Network). Она охватывает почти все территорию Западной Сибири. В ее состав также входит комплекс для исследования потоков парниковых газов на границе почва-атмосфера (Васюганское болото). С целью изучения потоков парниковых газов на границе пресноводных озер создана и эксплуатируется совместно с Лимнологическим институтом СО РАН «Байкальская атмосферно-лимнологическая обсерватория», расположенная на берегу озера Байкал, в п. Большие Коты, Иркутской области.

Мобильные средства представлены автомобильным комплексом для измерений концентрации  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , самолетом-лабораторией Ту-134 «Оптик» (ранее работы выполнялись на Ан-30) и корабельным комплексом.

Проведенный мониторинг показывает, что на всей территории Западной Сибири наблюдается устойчивый рост концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  и он значительно выше над южными районами. В зависимости от района увеличение концентрации углекислого газа в приземном слое воздуха составляет 2,17 – 2,44 млн<sup>-1</sup> в год, метана - 6 – 11 млрд<sup>-1</sup> в год. Продолжается среднегодовой рост концентрации парниковых газов и в свободной атмосфере на всех высотах. Для  $\text{CO}_2$  он в среднем составляет 2,14 млн<sup>-1</sup>/год и изменяется по высоте от 2,12 до 2,17, для  $\text{CH}_4$  – 7,9 млрд<sup>-1</sup>/год и находится в диапазоне 7,2-8,4 млрд<sup>-1</sup>/год. Наименьшая изменчивость характерна для  $\text{N}_2\text{O}$ . В среднем рост концентрации происходит со скоростью 0,80 млрд<sup>-1</sup>/год, а изменение по высоте в пределах 0,78 -0,81 млрд<sup>-1</sup>/год. Летом в пограничном слое атмосферы увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в период с 1997 по 2004 гг. происходило медленно (0,32 млн<sup>-1</sup>/год), а начиная с 2005 года, рост резко увеличился и к 2020 году составил 2,52 млн<sup>-1</sup>/год. На высоте же 7,0 км концентрация углекислого газа над юго-западной частью Западной Сибири росла практически линейно с темпом 2,13 млн<sup>-1</sup>/год.

**О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА, В ХРОМАТОГРАФИИ**

*Веляев Ю.О.<sup>1</sup>, Майоров Д.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты, Россия

velyaevo@yandex.ru

Высокоочищенный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ , кремнезём) является востребованным современной промышленностью продуктом, который широко применяется в качестве сорбентов, активность которых доказана в отношении различных веществ как органического, так и неорганического происхождения, а также некоторых видов бактерий и вирусов, что позволяет применять его в качестве энтеросорбента. Эти свойства обусловлены специфическим строением кремнезёмов, заключающемся в том, что, с одной стороны, они обладают высокоразвитой пористой структурой, строение которой может варьироваться от преобладания микро- и мезопористой структуры, до более макропористых продуктов. С другой стороны, наличие поверхностного заряда, обусловленного находящимися на поверхности гидроксильными группами, приводит к возможности специфического взаимодействия с заряженными объектами, которыми могут быть как различные ионы, так и некоторые биологические объекты, обладающие статическим или поверхностным зарядом. Особенный интерес к кремнезёмам проявляется в области хроматографии, где они используются в качестве сорбентов при пробоподготовке. На их основе создаются специальные хроматографические колонки, активные по отношению к отделяемым компонентам, что позволяет анализировать ранее недоступные для детектирования объекты (González-Gómez, L., 2021).

Обычно используемые для этих целей кремнезёмные продукты, которые помимо прочих физико-химических характеристик, должны обладать и высокой химической чистотой, получают на основе реактивных кремнийорганических соединений, что значительно повышает их стоимость. Получение кремнезёмов на основе дешёвого природного минерального сырья позволит значительно снизить их себестоимость. В качестве исходного сырья для получения таких продуктов может быть нефелиновый концентрат (НК), который в больших количествах добывается на Кольском полуострове, но не реализуется в достаточных объёмах, из-за чего его приходится складировать в виде отвалов, тем самым создавая дополнительную экологическую нагрузку на окружающую среду. В процессе его кислотного разложения в раствор переходят соответствующие соли Al, Na, K и мономерная кремнекислота, которая с течением времени полимеризуется с образованием крупных агломератов.

Авторами предложены способы получения диоксида кремния из нефелина (Патент РФ № 2179153; Velyaev, 2020), позволяющий получать продукт с физико-химическими свойствами, варьирующимися в широких диапазонах. Так, например, удельная поверхность полученных образцов может изменяться, в зависимости от условий разложения НК, от 420 до 840  $\text{м}^2/\text{г}$ , поверхность микропор достигать 65% от общей удельной поверхности, а средний расчётный диаметр частиц варьируется от 3 до 10 нм. Кроме того, наличие поверхностных гидроксильных групп является предпосылкой для последующей модификации полученных кремнезёмов и придания им специфических свойств, что особенно ценно при их использовании в хроматографических методах анализа в качестве сорбционного материала, селективного по отношению к конкретным сорбируемым объектам.

Список использованной литературы:

González-Gómez, L., et al. Simultaneous determination of furanic compounds and acrylamide in insect-based foods by HPLC-QqQ-MS/MS employing a functionalized mesostructured silica as sorbent in solid-phase extraction. *Foods*, 2021, 10, 1557;

Velyaev Y. et al. Research on obtaining silica xerogels from nepheline and study of some of their physical and chemical properties, *Materials Science Forum*, 2020, 989, С. 121-126.;

Патент РФ № 2179153. Способ получения диоксида кремния. Б.И. № 4. 2002 г.

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Гайский В.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

oaoimhi@inbox.ru

Современный уровень техники позволяет создать долговременный измеритель локальной плотности природных вод. Необходимость такого измерителя давно созрела, поскольку вычисление локальной плотности из совокупных измерений давления, температуры и электропроводности не является абсолютным из-за относительности измерения удельной электропроводности и зависимости её от солевого состава. Предпосылками создания гидростатического дифференциального измерителя локальной плотности являются:

- наличие эталонных жидкостей, плотность которых зависит только от температуры и давления и может контролироваться с высокой и достаточной точностью;
- наличие дифференциальных датчиков давления на малые диапазоны разности давлений с точностью измерения порядка 0,1%, позволяющих при использовании поддиапазонов обеспечить более высокую необходимую точность;
- наличие конструктивного решения получения гидростатическим методом разности давлений жидкости на двух уровнях независимо от величины внешних давлений;
- возможности использования нескольких базовых гидростатических дифференциальных измерителей локальной плотности для достижения инвариантности к ускорению силы тяжести и вертикальной привязке измерительной базы, а также повышения точности за счет использования поддиапазонов и усреднения по множеству результатов парных измерений.

Предлагается ряд вариантов устройств для измерения локальной плотности вод в глубоководных приборах.

В первом варианте устройства измеряемая плотность жидкости определяется как сумма плотности эталонной жидкости при измеренной средней температуре и среднем давлении и поправки, зависящей от показаний двух дифференциальных датчиков давления, произведения ускорения силы тяжести на широте и глубине измерений на вертикальный размер базы.

Во втором варианте устройства содержится два идентичных измерителя первого варианта с разными плотностями эталонных жидкостей. Изменяемая плотность определяется по формуле, содержащей разность взвешенных по суммам дифференциальных давлений плотностей эталонных жидкостей, без использования ускорения силы тяжести и привязки базы к вертикали.

В третьем варианте устройства содержится  $n$  идентичных измерителей первого варианта с разными плотностями эталонных жидкостей и измеряемая плотность определяется или по  $n$  поддиапазнам, или как средняя  $\frac{n(n-1)}{2}$  пар измерений по второму варианту.

Четвертый вариант устройства содержит несколько измерителей по п.1 с разной плотностью эталонной жидкости, в которые дополнительно введен установленный внутри трубки термоэлектрический нагреватель-охладитель эталонной жидкости, подключенный к генератору уравнивающего сигнала нагрев-охлаждение, соединенного по входу с выходом процессора, а измеряемая плотность определяется по плотности эталонной жидкости, которая настройкой по температуре уравнивает измеряемую.

## МЕТОД МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Греков А.Н., Алексеев С.Ю., Башикиров В.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

oceanmhi@ya.ru

Метод машинного обучения на основе SVM представляет собой сложную нелинейную архитектуру, которая используется во многих приложениях. Был реализован алгоритм МО для улучшения определения углов Эйлера (крен, тангаж и рыскание) по данным MEMS датчиков. Опробован алгоритм переобучения и недообучения путем выбора оптимальных значений гиперпараметров. Дальнейшие исследования будут направлены на применение других алгоритмов классификации МО, а также на увеличение типов входных данных.

**Метод опорных векторов (support vector machine – SVM).** Один из самых мощных и гибких алгоритмов обучения с учителем, который можно считать расширением перцептрона (Brunton, Kutz, 2019). Применяя алгоритм перцептрона, мы сводим к минимуму ошибки неправильной классификации, а в методе SVM цель оптимизации – довести до максимума зазор. Зазор определяется как расстояние между разделяющей гиперплоскостью (границей решений) и ближайшими к этой гиперплоскости обучающими образцами, которые называются опорными векторами (Bishop, 2006; Smola, Schölkopf, 2004). Первоначальный алгоритм SVM был предложен В. Вапником и Червоненкисом в статье по статистическому обучению в 1963 г. для нахождения оптимальной гиперплоскости, разделяющей данные на два кластера. Спустя почти тридцать лет Бозер, Гийон и В. Вапник разработали нелинейные классификаторы, применив ядерный трюк для построения гиперплоскости с максимальным зазором. Кортесом и В. Вапником было введено понятие фиктивной переменной, что привело к появлению современной версии классификатора, ставшей стандартной (с мягким зазором). Классификатор SVM может быть представлен, как показано в работе (Albon, 2018).

Предложенный алгоритм, основанный на машинном обучении методом SVM, продемонстрировал свою способность к правильной классификации в присутствии типичного для MEMS сенсоров шума. Наилучшие результаты классификации были получены при использовании ядер *linear* и *rbf* (правильность при проверке 0,907 и 0,902 соответственно). Такие результаты достигаются в случае ядра *linear* применением оптимального значения гиперпараметра *C* равным 10. А в случае применения ядра *rbf* оптимальными гиперпараметрами являются: *C* равный 100 и  $\gamma$  равный 0,01.

Список использованной литературы:

Brunton S.L., Kutz J.N. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2019. 472 p.

Bishop C.M. Pattern recognition // Machine learning. 2006. Vol. 128. No. 9.

Smola A.J., Schölkopf B. A tutorial on support vector regression // Statistics and computing. 2004. Vol. 14. No. 3. P. 199–222. DOI:10.1023/B%3ASTCO.0000035301.49549.88

Albon C. Machine Learning with Python Cookbook: Practical Solutions from Preprocessing to Deep Learning. Publisher: O'Reilly Media, Inc., 2018. 366 p.

## МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОКЕАНА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

Греков А.Н.<sup>1,2</sup>, Греков Н.А.<sup>1,2</sup>, Кравцова С.Е.<sup>2</sup>, Сычев Е.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
oceanmhi@ya.ru

Ни один из существующих автоматизированных методов не дает полного представления о распределении параметров состояния морской воды, особенно когда в ней находятся различные взвешенные неоднородности. Поэтому в практике океанологических исследований важно комбинировать несколько инструментов, базирующихся на разных физических принципах изучения характеристик водной среды. Предлагаемый авторами метод предназначен для океанологических исследований и может быть использован в построении автоматизированных автономных и зондирующих устройств при определении комплексных гидрофизических параметров морской воды, а также может быть использован для контроля различных примесей, пузырьков газа, взвешенных твердых частиц не только в морской, но и в речных и сточных водах и для исследования физических свойств воды, смесей жидкостей и уточнения эмпирических выражений при определении термодинамических величин и молекулярных свойств жидкостей.

Сущность метода заключается в том (Греков и др., 2021), что с целью повышения разрешающей способности при комплексном определении в квазиреальном масштабе времени параметров состояния морской воды синхронно измеряют температуру, скорость звука, гидростатическое давление, акустическое затухание и рассеяние (Греков и др., 2019) на одной эталонной базе и фиксированной частоте, после чего, используя синхронно измеренные значения температуры, гидростатического давления, скорости звука в воде, определяют плотность и соленость, а по измеренным коэффициентам рассеяния и затухания определяют коэффициент поглощения и далее определяют суммарный диссипативный коэффициент по зависимости:

$$b = \frac{k_{\Pi} \rho c^2}{2\pi^2 f^2},$$

где  $b$  – суммарный диссипативный коэффициент;

$k_{\Pi}$  – коэффициент поглощения,  $k_{\Pi} = k_3 - k_p$ ;

$k_3$  – коэффициент затухания;

$k_p$  – коэффициент рассеяния;

$\rho$  – плотность морской воды;

$c$  – скорость звука в воде;

$f$  – частота ультразвукового сигнала.

Список использованной литературы:

Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н. Способ автоматического определения в условиях океана параметров состояния морской воды: патент RU (11) 2 754 107(13) С1. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт природно-технических систем" (ИПТС) (RU). Дата подачи заявки: 16.04.2020. Опубликовано: 26.08.2021.

Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н., Кузьмин К.А. Развитие акустических приборов для исследования водной среды *in situ* // Системы контроля окружающей среды. 2019. № 2 (36). С. 22–29. DOI: 10.33075/2220-5861-2019-2-22-29



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНОМАЛИИ СОЛЕННОСТИ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ *SVP*

Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

oceanmhi@ya.ru

В Международном уравнении состояния морской воды TEOS-10 (ИОС..., 2010) в качестве аргумента для термодинамических свойств морской воды принята «абсолютная соленость» ( $S_A$ ), тогда как ранее для указанной цели в Международном уравнении состояния морской воды EOS-80 использовалась «практическая соленость» ( $S_P$ ). Связь между абсолютной соленостью и практической соленостью морской воды устанавливается следующим соотношением:

$$S_A = (35,16504/35) S_P + \delta S_A(x,y,P), \text{ г/кг}, \quad (1)$$

где  $\delta S_A(x,y,P)$  – «аномалия абсолютной солености»,  $x, y$  – географические координаты в градусах северной широты и восточной долготы,  $P$  – гидростатическое давление.

Здесь  $S_P = S_P(T,P,R)$  – безразмерная практическая соленость, которая представлена в виде специального алгоритма в рамках Международной Шкалы Практической Солености от 1978 г. (PSS-78). Практическая соленость определяется по измеряемым *in situ* с помощью *CTD* зондов параметрам температуре ( $T$ ), гидростатическому давлению ( $P$ ) и относительной электропроводности ( $R$ ) морской воды. Такой метод косвенного определения практической солености морской воды, обладающий высокой чувствительностью и удобный для автоматизации, нашел самое широкое применение. Однако этот метод имеет существенные и, строго говоря, неустранимые недостатки. Так в основу этого метода положен достаточно условный принцип постоянства солевого состава морской воды, который нарушается в окраинных морях, аномальных зонах океанов и др. Также на измеряемую *CTD* относительную электрическую проводимость влияет не вся, а только ионная составляющая растворенных в морской воде веществ (т.е. только растворы электролитов в морской воде) и кроме того остаются нерешенными в полной мере вопросы метрологического обеспечения измерений.

Для исправления сложившегося положения в TEOS-10 была введена в оборот новая величина – «Абсолютная соленость», в которой все отклонения практической солености морской воды от реальной – абсолютной солености морской воды отнесены на поправку – «Аномалия абсолютной солености». Таким образом задача по определению абсолютной солености  $S_A$  в заданной точке мирового океана сводится к определению аномалии абсолютной солености  $\delta S_A$  в этой точке.

Для решения указанной задачи авторы предлагают использовать результаты измерений скорости звука в морской воде, поскольку на скорость распространения звука влияет общая (полная) массовая доля всех растворенных в морской воде веществ, т.е. абсолютная соленость морской воды. Измерения скорости звука в морской воде выполняются с помощью профилографов (зондов) скорости звука *SVP*. При этом синхронно измеряются также температура и гидростатическое давление.

По данным измерений *CTD* и *SVP* зондов находим аномалию абсолютной солености по следующему алгоритму. Из соотношения (1) следует:

$$\delta S_A = S_A - (35,16504/35) S_P, \text{ г/кг}, \quad (2)$$

Здесь для определения абсолютной солености используем соответствующее уравнение состояния морской воды TEOS-10, которое связывает между собой скорость звука ( $c$ ), абсолютную соленость, температуру и гидростатическое давление:

$$c = c(S_A, T, P). \quad (3)$$

Далее решаем уравнение (3) относительно неизвестной величины  $S_A$ , которую затем подставляем в соотношение (2) и находим искомую величину аномалии абсолютной солености.

Предложенный алгоритм определения аномалии абсолютной солености позволяет осуществлять оперативный мониторинг этого параметра в процессе выполнения океанографических съемок на морских полигонах и разрезах на шельфе и в аномальных зонах мирового океана (Греков и др., 2020).

Список использованной литературы:

ИОС, SCOR and IAPSO, 2010: The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No. 56, UNESCO (English), 196 pp.: [Электронный ресурс]. URL: [http://www.teos-10.org/pubs/TEOS-10\\_Manual.pdf](http://www.teos-10.org/pubs/TEOS-10_Manual.pdf). (дата обращения: 15.08.2021).

Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н. Среднечастотные акустические методы и средства

для исследования водной среды. Севастополь: ИПТС, 2020. 126 с. ISBN 978-5-6044196-6-3

## ДАТЧИК ПРОВОДИМОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Дурманов М.А., Янковский С.И.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
madurmanov@sevsu.ru

Экологический мониторинг прибрежной части водных объектов является актуальной задачей, так как в этих районах существует вероятность сброса загрязняющих веществ, что может привести к нарушению экосистемы региона. По данным общероссийской общественной организации «Зелёный патруль», в экологическом рейтинге Севастополь занимает 73 место среди 85 субъектов Российской Федерации (Национальный...).

Важным параметром, характеризующим химический состав воды, является ее солёность. Изменение этого параметра может свидетельствовать о наличии в воде нежелательных веществ, появившихся в результате, например, разлива нефтепродуктов или сброса технических отходов.

В работе рассмотрена разработка индуктивного датчика солёности, входящего в состав исследовательского зонда, располагающегося на беспилотном надводном аппарате, проводящем мониторинг водной поверхности и локализирующем загрязнения.

Структурная схема индуктивного датчика показана на рис. 1., в состав которой входят: питающая (Тр1) и измерительная катушки (Тр2), формирующие первичный преобразователь; генератор (Г), формирующий низкочастотный сигнал для питания первичной катушки; усилители сигнала (У1, У2); термодатчик (ТД) для корректировки проводимости в зависимости от температуры; источник питания (ИП), повышающий преобразователь (ПП); микроконтроллер (МК), предназначенный для обработки сигналов.

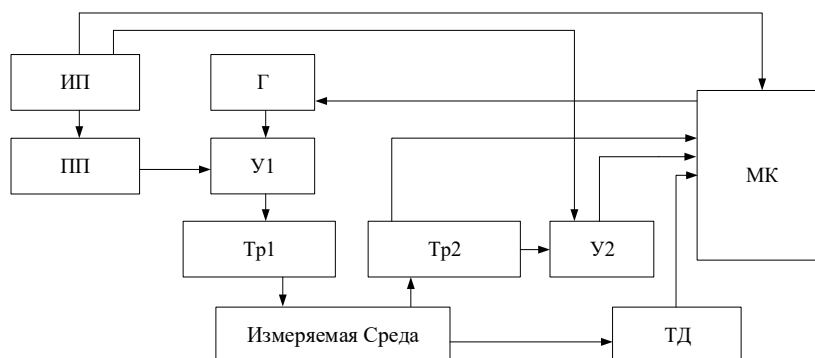


Рисунок 1 — Структурная схема разрабатываемого датчика.

Принцип работы датчика основан на измерении электрической проводимости жидкости и пересчете полученного значения в солёность. При подаче переменного тока на питающую обмотку преобразователя, вокруг сердечника возбуждается переменное магнитное поле, под действием которого в водном витке движутся ионы. Движение ионов приводит к возбуждению переменного магнитного поля на измерительной обмотке и как следствие возникновению ЭДС индукции. Изменение напряжения на измерительной обмотке будет пропорционально изменению проводимости жидкости.

Используемый метод определения проводимости имеет ряд достоинств, наиболее существенное из которых — это отсутствие гальванического контакта между исследуемой жидкостью и элементами электрической схемы индуктивного преобразователя. Кроме того, разрабатываемое устройство имеет низкое энергопотребление, высокую точность и обеспечивает широкий диапазон измеряемой величины, благодаря использованию микроконтроллера и усилителя с управляемым коэффициентом усиления для автоматической подстройки диапазона измерения проводимости среды.

Список использованной литературы:

Национальный экологический рейтинг [Электронный ресурс] / ООО «Зелёный патруль». Режим доступа <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

*Зеленова М.С., Гинзбург В.А. Седякин В.П.*

ФБГУ «ИГКЭ», г. Москва, Россия

[mszelenova@igce.ru](mailto:mszelenova@igce.ru)

При решении проблем, связанных с глобальным изменением климата, действиями по смягчению изменений и адаптации к их последствиям, необходимо получение оперативной и достоверной информации об естественной и обусловленной антропогенными причинами изменчивости таких факторов, влияющих на энергетический баланс климатической системы Земли, как содержание в атмосфере углекислого газа (CO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>), закиси азота (N<sub>2</sub>O), водяного пара, озона, сернистых аэрозолей и черного углерода в тропосфере и нижней стратосфере.

Эффективный мониторинг глобального климата (включающий активное противодействие негативным долговременным изменениям) должен основываться на информации о состоянии и изменчивости глобальных полей концентрации парниковых газов и аэрозолей. Независимо от природы наблюдаемых климатических изменений, необходимо иметь надежные средства контроля эффективности предлагаемых методов противодействия этим изменениям, в т.ч. искусственной модификации оптической толщи аэрозоля.

Данные мониторинга пространственного распределения антропогенных источников и стоков парниковых газов, областей эмиссии и поглощения могут быть востребованы не только с целью контроля за состоянием атмосферы или деятельностью промышленных, добывающих, транспортирующих предприятий и компаний, но и при формировании научно обоснованных национальных целей по сокращению выбросов (ОНУВ), внутренней российской системы ограничения выбросов парниковых газов, отчетности предприятий, составлении региональных и корпоративных кадастров выбросов, а также национальной отчетности РФ в рамках РКИК ООН по инвентаризации выбросов парниковых газов.

В качестве объекта исследования спутниковой системы мониторинга эмиссии и поглощения парниковых газов рассматривается атмосфера как компонент климатической системы Земли и содержание в ней парниковых газов, аэрозолей и др. климатических составляющих в тропосфере и нижней стратосфере.

В докладе выделяются четыре основных задачи мониторинга парниковых газов, для решения которых актуальным является использование спутниковой информации: получение независимой информацией о естественной и обусловленной антропогенными причинами изменчивости основных составляющих энергетического баланса климатической системы Земли; мониторинг пространственного распределения антропогенных источников и стоков парниковых газов, областей эмиссии и поглощения в том числе с целью верификации данных расчетного мониторинга; наблюдение за содержанием и оптическими свойствами аэрозолей (в том числе черным углеродом); использование методов ДЗЗ для уточнения и сбора недостающих исходных данных, необходимых для проведения расчетного мониторинга выбросов и поглощений парниковых газов.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОСТИ

Казанцев С.В., Клименко А.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
kazantsevsv@mail.ru, chirpyu@mail.ru

Существует целый ряд задач в области проектирования элементов гидрофизических приборов, где необходимо учитывать тепломассообмен. Это, прежде всего, выбор материалов и геометрических форм теплопроводящих и теплоизоляционных частей чувствительных элементов датчиков температуры при их проектировании, где требуется учесть целый ряд параметров от габаритных до эксплуатационных, а также исследование взаимного влияния этих частей и элементов друг на друга. Также иногда погружные или бортовые элементы гидрофизических приборов имеют повышенное тепловыделение, вызывающее искажение измерительной информации, с которым необходимо бороться или учитывать при получении измерительной информации. Скорость распространения температуры измеряемой среды до чувствительного элемента датчика также является немаловажной задачей, определяющей инерционные характеристики приборов измерения температуры. Кроме того, важно знать изменение объемов механических элементов, чтобы не допустить разгерметизации узлов уплотнений и повреждения частей, имеющих разные коэффициенты тепловых расширений. И особенно важной задачей в области проектирования гидрофизических приборов и измерителей скорости потока в частности является смешанная задача, где необходимо вычислить зависимость тепломассообмена от скорости и направления потока жидкости.

Комбинированная задача предусматривает не только учет скоростных характеристик в заданных точках пространства и поверхности, но и учет изменения температур на заданных поверхностях и точках.

Данная задача была применена для измерения малых скоростей потока, за счет перепада температур. Термоанемометрический датчик работает по следующему принципу на подогреваемом сегменте полого цилиндра, заполненного термоизоляционным наполнителем, помещенного в поток, на внутренней поверхности которого располагаются четыре датчика температуры, соответственно с изменением скорости и направления потока жидкости происходит соответствующее изменение температур в зоне работы датчика. Зная это изменение по разностям температур датчиков можно вычислять направление и скорость потока.

Проектирование конструкции такого датчика является сложной в технологическом плане задачей. Кроме того, нужно учитывать ряд соотношений, таких как мощность нагревательного элемента, материал цилиндра, а именно его теплопроводность и теплоемкость, а также скорость, направление и температура потока. На рисунке изображена конструкция измерителя, для которой требуется сделать твердотельную модель. Она состоит из корпусных элементов, изготовленных из пластика, алюминиевого цилиндра с намотанной на него медной проволокой, исполняющей роль нагревателя, на внутренней стороне которого через термопасту прикреплены четыре датчика температуры, полость цилиндра заполнена термоизоляционным наполнителем.

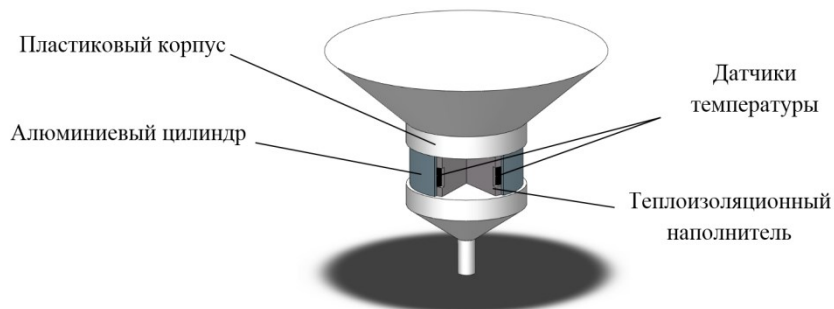


Рисунок 1 – Термоанемометрический датчик скорости и направления потока.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО БИОСЕНСОРНОГО КОМПЛЕКСА РАННЕГО  
ОПОВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ**

*Касьяненко К.А.<sup>1,2</sup>, Рязанов В.А.<sup>1</sup>, Шмырева И.Г.<sup>1</sup>, Пузанова Л.И.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
ksenya.kasyanenko.99@mail.ru

Актуальность применения современных биосенсорных систем для выявления попадания широкого спектра токсичных веществ антропогенного происхождения в объекты окружающей среды, в том числе для выявления загрязнения природных вод не вызывает сомнения (Сазыкина, 2015). Решение задачи экомониторинга морских объектов *in situ* предлагается решать за счет применения морских моллюсков в качестве биоиндикаторов, что позволяет в реальном времени получать интегральную токсикологическую характеристику среды и оценивать качество воды, как среды обитания данных гидробионтов (Grekov, 2019). Поведенческие реакции моллюсков (интегральная реакция на изменения факторов окружающей среды) являются чувствительным и надежным показателем общего уровня жизнедеятельности организма при проведении биотестирования.

В рамках ОКР «Разработка и испытания опытного образца автоматизированного биосенсорного комплекса раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды» был разработан комплекс автоматизированного биомониторинга водной среды. Ключевым элементом опытно-конструкторской работы является описание порядка работ и особенностей проведения испытаний опытного образца для подтверждения соответствия всем требованиям, заданным в техническом задании.

При разработке Программы и методики испытаний был учтен ряд требований к опытному образцу, сопутствующим процессам, а также условиям, обеспечению и проведению испытаний. В Программе и методике испытаний изложены:

- общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний;
- методика постановки комплекса АБКЭМ с судна;
- требования к составным частям АБКЭМ;
- требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания;
- требования по безопасности;
- условия и порядок проведения испытаний на воздействие загрязнения, на механическое воздействие, на герметичность и воздействие гидростатического давления, измерительных каналов и т. д.

Подробное изложение и четкое описание требований к разрабатываемому изделию, порядку проведения испытаний как целого комплекса, так и его составных частей по отдельности, являются необходимым условием для обеспечения технической надёжности при эксплуатации комплекса в дальнейшем.

Выполнение описанных в Программе и методике испытаний требований является также возможностью своевременно выявлять недостатки конструкции и служит шагом к повышению информационной и метрологической надёжности прибора, разработке новых методов испытаний, и служит предпосылкой для создания новых методов автоматизированного мониторинга морских акваторий.

Список использованной литературы:

Сазыкина М.А., Мирина Е.А., Сазыкин И.С. Использование биосенсоров для детекции антропогенного загрязнения природных вод // Вода: химия и экология. 2015. № 10 (88). С. 64–74.

Grekov A.N., Kuzmin K.A., Mishurov V.Z. Automated early warning system for water environment based on behavioral reactions of bivalves // 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE, 2019. P. 1–5.

**«ЛАБОРАТОРИЯ НА МИШЕНИ» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ НА ПРИМЕРЕ ДИКЛОФЕНАКА**

Кельцьева О.А.<sup>1,2</sup>, Горбунов А.Ю.<sup>2,3</sup>, Александрова М.Л.<sup>1</sup>, Краснов Н.В.<sup>2</sup>, Бардин А.А.<sup>3</sup>,  
Ильюшонок С.К.<sup>3</sup>, Краснов К.А.<sup>1</sup>, Бабаков В.Н.<sup>3</sup>, Подольская Е.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Научно-клинический центр токсикологии им. академика С.Н.Голикова ФМБА, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА, г.п. Кузьмоловский, Ленинградская область, Россия

keltcieva@gmail.com

Диклофенак (DCL) является нестероидным лекарственным средством, оказывающим выраженное противовоспалительное действие, а также мощный анальгетический, антипиретический и противоопухолевый эффект. На сегодняшний день этот ксенобиотик является наиболее продаваемым фармацевтическим препаратом, который, попадая в природные воды, оказывает негативное воздействие на экосистему. Хельсинская комиссия выбрала диклофенак в качестве маркера антропогенного загрязнения окружающей среды. Также, диклофенак был включен в главный список приоритетных веществ ЕС, подлежащих мониторингу. Стоит отметить, что современные методы очистки сточных вод на основе активированных окислительных процессов, подразумевающих совместное использование химических окислителей, фотокатализаторов и УФ излучения, могут приводить к образованию токсичных промежуточных продуктов трансформации диклофенака идентичных его реакционным метаболитам, образующимся *in vivo*. При этом весьма вероятна миграция метаболитов из эндоплазматического ретикулума гепатоцитов в эритроциты с последующим образованием ковалентных аддуктов с гемоглобином, приводящему к снижению кислородпереносящей функции белка. Соответственно, разработка подходов, позволяющих предсказывать возможные последствия трансформации ксенобиотиков под воздействием окислительных факторов на окружающую среду и живые организмы, является важной задачей.

Нами была разработана и изготовлена установка, совмещающая 96-луночный УФ/TiO<sub>2</sub>-фотокаталитический микрореактор и мишень для МАЛДИ-масс-спектрометрического анализа (рис.1I). Установка реализует принцип «лаборатория на мишени» (рис.1II) и позволяет последовательно осуществлять в микрореакторе фотокаталитическое окисление (ФКО) ксенобиотиков (рис.1IIa), получение аддуктов белков с продуктами ФКО (рис.1IIб), ферментативный гидролиз белков (рис.1IIв) и концентрирование образцов на МАЛДИ мишени для последующей идентификации полученных продуктов путём МАЛДИ-масс-спектрометрии. Использование установки в сочетании с масс-спектрометрией высокого разрешения позволило получить и идентифицировать продукты ФКО диклофенака и его аддукты с глобином человека при минимальном расходе реагентов.

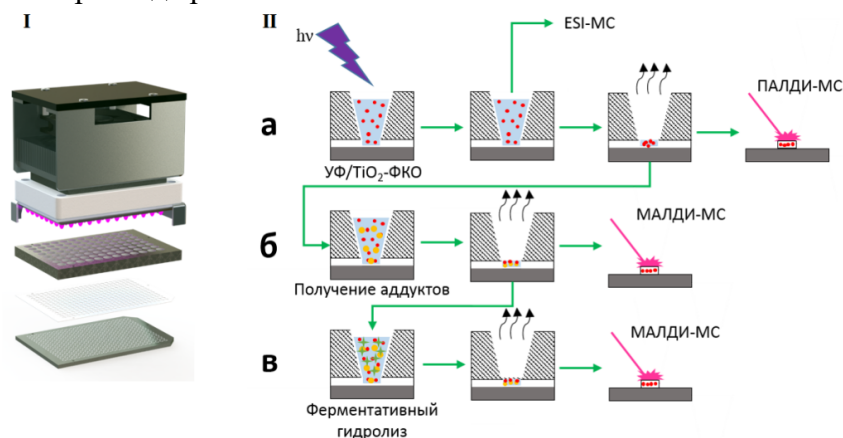


Рисунок 1 – I – Схема установки; II – Схема проведения анализа по принципу «лаборатория на мишени».

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И БЫСТРОДЕЙСТВИЯ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ КОНДУКТОМЕТРА**

Клименко А.В., Казанцев С.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
chirpyu@mail.ru

Для исследования особенностей расселения популяции мидий в акватории Севастопольской бухты необходимо проведение нескольких сотен проб солености. Эта задача стимулировала разработку кондуктометра функциональная схема которого представлена на рисунке 1.

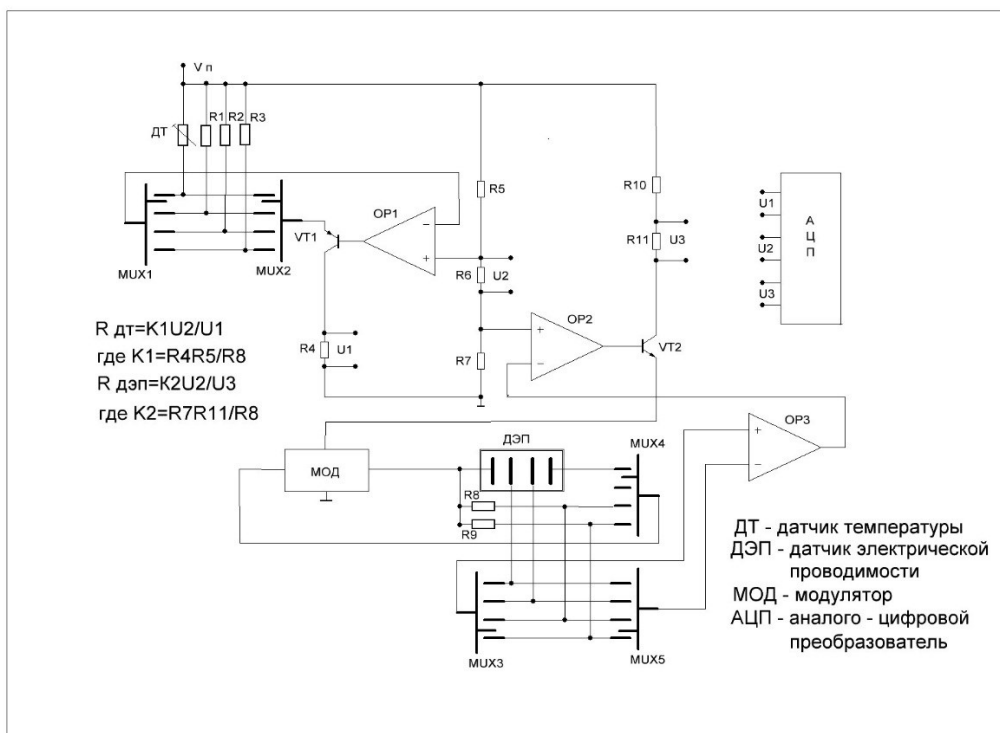


Рисунок 1 – Функционально-электрическая схема кондуктометра

Эта схема позволяет в одном измерительном такте измерять сопротивление датчиков каналов температуры  $R_{дт}$  и электрической проводимости  $R_{дэп}$  по приведенным выше формулам, повышая тем самым быстродействие кондуктометра. В целях повышения точности измерения в измерительные каналы были добавлены эталонные меры, что позволит значительно снизить дрейф выходных параметров из-за температурной нестабильности электронных компонентов схемы.

В качестве эталонных мер в канале электрической проводимости ( $R8, R9$ ) и в канале температуры ( $R1, R2$  и  $R3$ ) установлены термостабильные резисторы с  $TКС = 3 \cdot 10^{-6}$ . Предложенная модернизация позволит повысить метрологические характеристики прибора и довести их до уровня, представленного в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики кондуктометра

Измеряемый параметр	Диапазон измерения	Случайная погрешность	Погрешность
Температура воды, °С	0 – +35	0,0005	±0,001
Электропроводимость, мСм/см	10 – 80	0,001	±0,003

## СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ГПД

Клименко А.Г

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

kag195877@gmail.com

Для решения задач внедрения систем когенерации в энергетику предприятий необходим тщательный анализ рабочих процессов первичных двигателей, вырабатывающих электрическую и тепловую энергию.

В лаборатории экоэнергетики в качестве одного из направлений развития когенерационных энергетических установок рассмотрена совместная работа газопоршневого двигателя (ГПД) и системы отбора тепла с целью оценки тепловых и эффективных показателей работы, как важнейшей составляющей когенерационной установки – ГПД, работающего в системе когенерации.

Математическая модель оценки показателей предусматривает применение метода малых отклонений (Клименко, 2020). Применение метода для оценки влияния температуры рабочей смеси на эффективные показатели ГПД выявило важный вывод о том, что относительное изменение удельного эффективного расхода топлива (экономическая составляющая работы ГПД) находится в обратной зависимости от квадрата относительного изменения температуры наддувочного воздуха.

В настоящее время дорабатывается математическая модель цикла поршневого двигателя с целью получения характеристик при сгорании нефтяных и газообразных топлив.

Применение турбокомпрессорного утилизатора в составе поршневого двигателя позволяет, изменяя конструктивные параметры камеры сгорания, и, следовательно, процесс сгорания топлива, увеличить степень расширения в цилиндре и полезную работу машины. Предварительные расчеты показывают возможность увеличения эффективного КПД двигателя на 3–4 %.

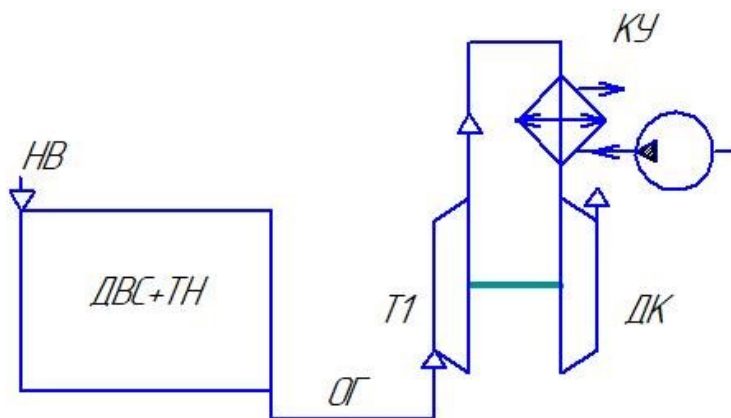


Рисунок 1 – Схема поршневого двигателя с турбиной перерасширения и котлом-утилизатором.

Конструктивно реализуется такая схема посредством присоединения к газовыхлопу двигателя турбокомпрессорного утилизатора (ТКУ), который, в свою очередь, состоит из турбины перерасширения (ТП), дожимающего компрессора (ДК) и охладителя газа между ними. Охладитель газа в ТКУ используется в качестве котла утилизатора.

Список использованной литературы:

Клименко А.Г. Контроль параметров процесса наполнения газопоршневого двигателя методом малых отклонений // Системы контроля окружающей среды. 2020. Вып. 3 (41). С. 49–55.



## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПЛАЗМОННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Костенко М.А., Петров Д.В., Матросов И.И.

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем», г. Томск, Россия  
matvey\_mtv97@mail.ru

Атмосферный воздух является важным компонентом окружающей среды, и от его чистоты зависит качество жизни населения. В связи с этим, контроль его качества является одной из актуальных задач современного общества. Несмотря на широкий спектр физических принципов контроля состава газовых сред, особую актуальность имеют оптические методы диагностики. Это обуславливается отсутствием расходных материалов, высокой селективностью и оперативностью получения результата. В данном направлении большим потенциалом обладает спектроскопия спонтанного комбинационного рассеяния света (КР). Метод КР-газоанализа позволяет с помощью одного прибора, оснащенного лазером с фиксированной длиной волны, одновременно контролировать абсолютно любые молекулярные соединения, содержание которых превышает порог чувствительности аппаратуры. Основным недостатком данного метода является сравнительно низкая интенсивность сигналов КР в газовой среде. Для компенсации этого, как правило, используются мощные лазерные источники. Однако это приводит к существенному удорожанию КР-газоанализаторов. В этой связи целью данной работы была апробация подхода связанного с использованием эффекта поверхностного усиления сигналов КР. Суть данного эффекта заключается в возникновении усиленного электромагнитного поля вблизи наноструктурированной поверхности, что, в свою очередь, приводит к усилению сигналов КР анализируемой газовой среды (Petrov, 2017).

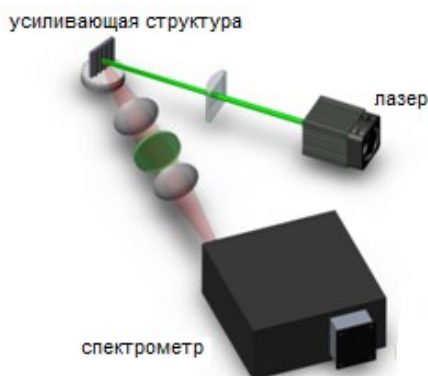


Рисунок 1 – Блок-схема экспериментальной установки.

На рис. 1 приведена блок-схема экспериментальной установки. В качестве усиливающей структуры была использована решетка с периодом 667 нм с профилем близким к синусоидальному, амплитуда которого 15 нм. На данную решетку был нанесен слой серебра толщиной 30 нм. Указанные параметры обеспечивали возникновение плазмонного резонанса при падении лазерного излучения под углом 16°. В результате был получен спектр КР компонентов атмосферного воздуха при использовании в качестве источника излучения лазера с длиной волны 532 нм мощностью всего 50 мВт.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках научного проекта № 19-48-703020.*

Список использованной литературы:

Petrov D.V., Zaripov A.R., Toropov N.A. Enhancement of Raman scattering of a gaseous medium near the surface of a silver holographic grating // Optics letters. – 2017. – V. 42. – N 22. – P.4728-4731.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

Краснодубец Л.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
lakrasno@gmail.com

Доклад посвящен разработке научных основ и информационного обеспечения в части расширения измерительной базы для исследования вертикальных профилей стратифицированной океанской среды на основе динамических измерений плотности морской воды *in situ* (Краснодубец, 2017) в рамках нового и развивающегося научно-прикладного направления – оперативной океанологии.

На основе математического описания процессов измерения вертикального профиля плотности океанской среды при помощи ныряющего морского автономного зонда – профилографа, оснащённого бортовой навигационной системой, предложена структура и компьютерная модель информационно-измерительной системы, которая предназначена для использования в оперативной океанологии. Предлагаемая система формирует массивы измерений вертикальных профилей *in situ* плотности морской воды и её приращения, а также скорости звука как функций гидростатического давления, получаемых за одно зондирование. Таким образом, по данным о текущих параметрах вертикального движения профилографа при помощи модели профилирования при определённых начальных условиях вычисляются текущие значения плотности морской воды, её приращения, а также градиента плотности по давлению. При этом практически параллельно формируются массивы полной вертикальной устойчивости  $E$  и термохалинной устойчивости  $E_{\theta,S}$  водных слоёв в районе станции по формулам (Архипкин и др., 2020) соответственно

$$E = g \frac{d\rho}{d\rho} \quad \text{и} \quad E_{\theta,S} = g \left[ \frac{d\rho}{d\rho} - \frac{1}{C^2} \right],$$

где  $g$  – гравитационная постоянная;  $\rho$  – плотность морской воды;  $p$  – давление,  $C$  – скорость звука в морской воде для соответствующего гидростатического давления.

Полученные данные используются для вычисления частоты Вьяйсяля-Брента и соответствующего периода термохалинных колебаний в стратифицированной океанской среде.

В качестве объекта измерений использовалась имитационная модель океанской среды с вертикальной плотностной стратификацией и соответствующей ей распределением скорости звука в морской воде, разработанная на основе реальных данных профильных измерений, полученных при проведении гидрологической станции в районе Антарктиды при помощи измерительного комплекса «Исток», разработанного в Морском гидрофизическом институте АН Украины. Верификация моделей процессов динамических измерений проводилась методом компьютерного моделирования в среде MATLAB & Simulink на основе сравнения результатов моделирования с опубликованными результатами гидрологических станций. Представлены иллюстрации результатов компьютерного моделирования в виде графиков вертикальных профилей плотности морской воды, полной вертикальной устойчивости, термохалинной вертикальной устойчивости и соответствующих им частот Вьяйсяля-Брента.

Список использованной литературы:

Краснодубец Л.А. Метод определения вертикального профиля плотности морской воды на основе измерений параметров движения неуправляемого автономного зонда // Системы контроля окружающей среды. 2017. Вып. 10 (30). С. 8–15.

Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 216с.

**ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА МОРСКОГО ДНА В РАЙОНЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН**

Краснодубец Л.А.<sup>1,2</sup>, Канов Л.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

lnkanov48@mail.ru

Современные морские профилографы позволяют строить вертикальные профили плотности морской среды. На этой основе можно рассчитать полную вертикальную устойчивость слоёв водой массы. Расширение измерительной базы профилографа за счёт дополнительного канала измерения скорости звука в морской воде позволяет рассчитать термохалинную устойчивость и соответствующую ей частоту Вайсяля-Брента термохалинных колебаний.

Цель исследования – дальнейшее расширение измерительной базы профилографа путём введения дополнительного канала измерения горизонтальной составляющей скорости придонного течения для косвенной оценки профиля рельефа морского дна в районе станции.

Для иллюстрации с помощью рис.1 рассмотрим расчёт внутренних волн в вертикальной плоскости на акватории вдоль продольной координаты  $x$  и вертикальной координаты  $z$ , рис. 1. Для определённости примем профиль рельефа дна в районе станции виде зависимости  $H(x) = z_{m1} \sin(w_1x + \varphi_1) + z_{m2} \sin(w_2x + \varphi_2)$ . Вертикальная составляющая скорости частиц воды определяется на границе дна  $v_z(x) = z_{m1}w_1 \cdot \cos(w_1x + \varphi_1) + z_{m2}w_2 \cdot \cos(w_2x + \varphi_2)$ . Горизонтальную составляющую скорости  $v_x(x)$  под действием силы течения  $X$  полагаем известной. На левой границе области граничные условия выбираем на основании измерения плотности по глубине (Краснодубец, 2021) автономным скоростным профилографом. Решение уравнений гидродинамики выполним в среде *MathCad* на каждом горизонте глубины методом прямых (Лойцянский, 1978), когда стационарное плоское течение воды описывается дифференциальными уравнениями для составляющих скорости  $v_x(x)$ ,  $v_z(x)$  и плотности  $\rho$ :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} &= 0; & X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{\partial v_x}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_x}{\partial z} v_z; \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= \frac{\partial v_z}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_z}{\partial z} v_z; & \rho &= k_p p \end{aligned} \right\},$$

где полагаем плотность воды  $\rho$  пропорциональной давлению  $p$ ;  $Z$  – сила веса. На рис. 2 и рис.3 изображены в относительных единицах расчетные векторы установившейся скорости.

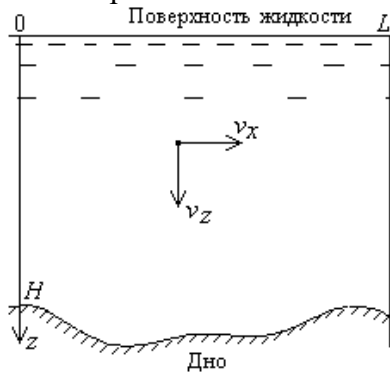


Рисунок 1.

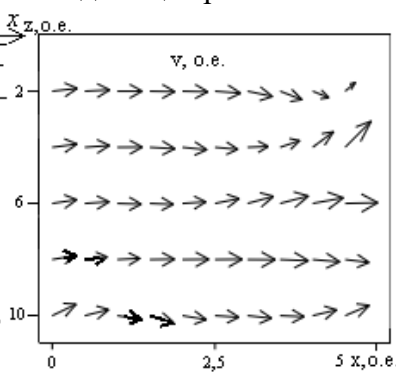


Рисунок 2.

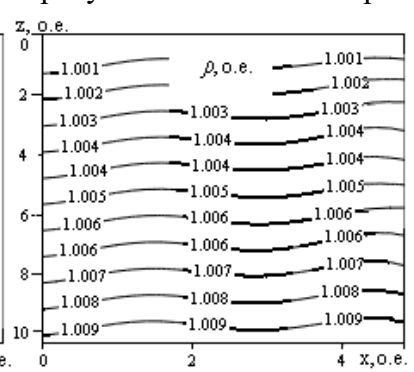


Рисунок 3.

Рисунки показывают, что расчетные линии уровня плотности в некоторой мере повторяют профиль морского дна. Поэтому, рассчитав зависимость плотности воды по уровням глубины (статического давления), можно судить о профиле рельефа дна.

Список использованной литературы:

Краснодубец Л.А. Многоцелевая информационно-измерительная система для вертикального профилирования. СКОС. Науч. журнал. Севастополь, ИПТС. 2021. Вып. 1(43). С. 54–60.

Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1978. – 736 с.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Кручина Е.Б., Бурцева Л.В., Позднякова Е.А.*

ФГБУ ИГКЭ «Институт глобального климата и экологии имени Ю.А. Израэля»

kruchinael@mail.ru

Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды предназначен для оценки загрязнения атмосферного воздуха, осадков, поверхностных вод и растительности приоритетными загрязняющими веществами на территориях, испытывающих минимальное антропогенное воздействие и считающихся фоновыми. К таким территориям относятся особо охраняемые природные территории – государственные заповедники, национальные парки. Информация, получаемая по программе фонового мониторинга в России, в совокупности с идентичной информацией, получаемой по таким программам, как «Международная Европейская программа мониторинга и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих веществ» (ЕМЕП), «Международная Сеть мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии» (ЕАНЕТ) и «Международная совместная программа комплексного мониторинга воздействий загрязнения воздуха на экосистемы» (МСП КМ), характеризует современный фоновый уровень загрязнения окружающей среды на Евразийском континенте.

Фоновый мониторинг в России осуществляет система станций наблюдения, расположенных, как правило, на территориях государственных биосферных заповедников, находящихся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Наблюдения проводятся в рамках государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемого Росгидрометом. В перечень приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих мониторингу, по общему мнению, ВОЗ, ЮНЕП и других международных организаций, входят тяжелые металлы и стойкие органические соединения.

Организация фонового мониторинга и технология его проведения регламентированы нормативными документами, в которые входят РД «Организация и проведение режимных наблюдений за фоновым состоянием загрязнения окружающей среды и трансграничным переносом загрязняющих веществ» и пакет методик измерения загрязняющих веществ, разработанных ФГБУ "Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля" (ФГБУ «ИГКЭ»). В систему фонового мониторинга входит пять станций наблюдения, расположенных в разных физико-географических зонах России, и научно-методический центр, роль которого выполняет ФГБУ «ИГКЭ» с аналитической лабораторией.

В документе «Организация и проведение режимных наблюдений за фоновым состоянием загрязнения окружающей среды и трансграничным переносом загрязняющих веществ» содержатся основные требования к месту размещения и структуре станций наблюдения, к методическому и техническому её оснащению, к качеству отбора проб и их хранению, к средствам аналитических измерений, к контролю качества получаемых результатов режимных наблюдений.

Регламентирующий организацию и проведение фонового мониторинга документ особенно актуален в связи с планируемым расширением сети станций наблюдения и при оснащении станций современными техническими средствами.

Список использованной литературы:

Громов С.А., Парамонов С.Г. Современное состояние и перспективы развития комплексного фонового мониторинга загрязнения природной среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2015. Том XXVI № 1. С. 205-221.

*Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120020490070-3.*

## БЕРЕГОВОЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ БЛОК КОМПЛЕКСА АБКЭМ

Кузьмин К.А., Греков Н.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

konstantin.a.kuzmin@gmail.com

Целью разработки и установки на автоматизированный биосенсорный комплекс экологического мониторинга (АБКЭМ) (Grekov et al., 2019), берегового аппаратно-программного блока, является обеспечение повышения точности и достоверности при оперативном выявлении воздействий внешних мешающих факторов, влияющих на поведенческие и/или физиологические реакции водных организмов и устранение генерации сигналов ложной тревоги.

Обновленный автоматизированный биосенсорный комплекс раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды с измерителем активности мидий, состоящий из универсальных узлов крепления мидий и датчиков фиксации с преобразователем раскрытия створок мидий в код, блоком телеметрии, включающий контроллер формирователя измерительного кадра и узлы передачи данных и преобразования напряжения подсоединенных к аккумуляторной батарее и соединенные с блоком электроники, имеющим световой сигнальный огонь и коммуникатор сотовой связи, расположенные в поверхностном буе, подключенный к антенне сотовой связи, через которую по сети GSM и сервер информация поступает на береговой аппаратно-программный блок фиксации аварийных ситуаций, имеющий аналитический и сигнальный блок, содержащие параметры функциональных характеристик организмов-индикаторов, которые вычисляются по сигналам средств измерений, поступающих в аналитический блок. Береговой аппаратно-программный блок фиксации аварийных ситуаций состоит из компьютера с соответствующим программным обеспечением, использован компьютер с многопроцессорной архитектурой, позволяющий принимать одновременно несколько потоков данных и выполнять параллельно несколько фрагментов одной задачи и содержащий пополняемую базу данных параметров состояния функциональных характеристик двухстворчатых моллюсков, программу выявления и генерации отклонений измеряемых параметров, выполненную с возможностью изменения ее настроек в процессе эксплуатации при превышении пороговых показателей, полученных с мидий, одновременно анализируется информация, поступающая с блока всех измерительных каналов и обрабатывается с помощью специализированной программы вероятностного анализа экологической безопасности с формированием по нескольким ступеням тревоги и передачей сигналов тревоги в режиме он-лайн с отображением на информационной панели.

В отличие от других аналогичных систем биоиндикации, созданный автоматизированный биосенсорный комплекс раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды, за счет разработанного и адаптированного берегового аппаратно-программного блока, способствует повышению надежности и исключению ошибок типа «ложной тревоги» при выявлении и индикации токсических веществ, находящихся в морских и речных водах, и наличии внешних мешающих факторов таких, как температура, соленость (электропроводность), освещенность, волнение, течение и шумы, которые влияют на поведенческие и/или физиологические реакции водных организмов.

Список использованной литературы:

Grekov A.N., Kuzmin K.A., Mishurov V.Z. Automated early warning system for water environment based on behavioral reactions of bivalves // 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE, 2019. С. 1–5.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ С ЦЕЛЬЮ МОДЕЛЬНОЙ  
ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ЦИРКУЛЯЦИЙ ЛЕНГМЮРА**

*Павлов М.И., Казаков Д.А., Павленко О.И.*

ФГБУН ФИЦ «Морской гидрофизический институт РАН»,  
г. Севастополь, Российская Федерация  
mixail.pavlov.1993@mail.ru

Многолетние исследования в области сопряжения атмосферы и океана с присущими им гидрофизическими характеристиками предоставили множество свидетельств того, что изменяющаяся геометрия поверхности раздела двух этих сред является индикатором большей части проходящих в них процессов. Для более полного и точного понимания особенностей исследуемых гидрофизических явлений взаимодействия океана и атмосферы весьма важно знать не только тонко- и микроструктурные особенности гидрофизических полей сред с целью выявления их вклада в обменные процессы, но и характеристики производящих движений, такие как дрейфовые и геострофические течения, поверхностное и внутреннее волнения, конвективное движение жидкости, а также вихревой перенос. Это бы позволило создавать более точные прогностические и климатические модели для верхнего слоя океана, учитывающие максимальное количество входящих параметров.

Одним из факторов, определяющих интенсивность обменных процессов в исследуемой области является циркуляция Ленгмюра (ЦЛ). Возникающие под ветровым и дрейфовым воздействием когерентные структуры циркуляции при определенных условиях могут быть доминирующим обменным механизмом в приповерхностном слое.

Разработанная в отделе турбулентности МГИ РАН многомасштабная модель описывает ряд ключевых механизмов турбулентного перемешивания: обрушение волн, сдвиг скорости дрейфового течения, поверхностное волнение, стоков дрейф. Для учета влияния ЦЛ в многомасштабную модель были интегрированы полученные разными авторами параметрические зависимости, основанные на LES-моделировании. Верификация конечной модели проводилась на основании полученных в различных гидрометеорологических условиях экспериментальных данных, при этом учитывался суммарный эффект всех механизмов генерации в текущих условиях. В конечном итоге была проведена оценка влияния ЦЛ совместно с другими механизмами перемешивания на интенсивность вертикального турбулентного обмена.

Модельный продукт, учитывающий перечисленные выше обменные механизмы, позволяет точнее рассчитывать коэффициент турбулентного обмена, необходимый для объективной оценки бюджета тепла, экологического состояния прибрежных вод и её биопродуктивности.

## **ПОСТРОЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АВТОПИЛОТА НАДВОДНОГО РОБОТА ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

*Пелюшенко С.С.<sup>1</sup>, Греков А.Н.<sup>1,2</sup>, Шишкин Ю.Е.<sup>1</sup>, Маеврин А.С.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
iurii.e.shishkin@gmail.com

Задача осуществления систематического мониторинга водных объектов с целью фиксации изменений их физико-химических параметров в настоящее время является крайне актуальной. Для автоматизации процессов проведения такого мониторинга эффективным и перспективным направлением является использование беспилотного надводного робота. При этом задача автоматизации процесса построения карт для автопилота такого робота в полном объеме не разрешена, известны попытки ее решения на основе ансамблевого, вероятностного и сверточного алгоритмов (Shishkin, 2019).

В работе предложено решение задачи построения границ объектов для автопилота надводного робота по спутниковым снимкам местности с использованием методов компьютерного зрения. Для реализации данных методов существует множество алгоритмов, обладающих различной эффективностью для ряда целевых задач. В настоящей работе исследуется эффективность методов построения контуров водных объектов на изображениях с использованием операторов: Собеля, Робертса, Превитта (Faillettaz, 2016).

Первый этап обработки изображений выполняется путем поиска заданных пользователем цветов на HSV-изображении с заранее определенной цветовой палитрой. На втором этапе на обработанном изображении применяются методы удаления шумов, эрозии, дилатации, и выделения контуров с помощью оператора Собеля. На третьем этапе для обнаружения GPS-координат контура используется специально разработанный алгоритм обнаружения границ для автопилота надводного робота. Предложено использовать метод обнаружения определенных пользователем цветов на HSV-изображении путем его цифровой фильтрации по параметру цветового тона. Предложенный подход является наиболее целесообразным для построения карт местности по спутниковым снимкам, обеспечивающим качество решения, сопоставимое с выполняемым вручную. Для улучшения качества обработки изображения на этапе предварительного анализа применялись методы удаления шумов, эрозии, дилатации.

В ходе исследований для реализации алгоритма выделения контуров для автопилота был выбран оператор Собеля. Экспериментально обнаружено, что данный оператор точнее обнаруживает границу объектов при меньших затратах времени нежели альтернативные варианты.

Для проверки адекватности использованного алгоритма в программе реализован способ нахождения площади водных объектов и сравнения эго с эталоном. Положительной особенностью данного алгоритма является его высокая точность при невысоких требованиях к вычислительным ресурсам. Результатом реализации алгоритма является файл границ водного объекта в формате, пригодном для использования автопилотом надводного робота.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920018.

Список использованной литературы:

Shishkin I.E., Grekov A.N., Grekov N.A. A multi-model system of intelligent unmanned surface vehicles for environmental monitoring // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 1–6. DOI:10.1109/FarEastCon.2019.8934037

Faillettaz R., Picheral M., Luo J.Y. Imperfect automatic image classification successfully describes plankton distribution patterns // *Methods in Oceanography*. 2016. No. 15-16. P. 60–77.

**ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ  
ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА МОРСКУЮ МИКРОБИОТУ**

*Пеньков М.Н.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, Россия  
lumih47@mail.ru

В естественных условиях любой биологический объект и биосистема находятся под воздействием геомагнитного поля, которое относительно стабильно (35 – 65 мкТл). В годы активности Солнца это значение несколько увеличивается, причем увеличивается электромагнитное воздействие. Поэтому ставится задача изучить влияние электромагнитных полей с разной продолжительностью воздействия, частотой и величиной индукции на представителей биосистем гидросферы.

Дается характеристика созданной лабораторной установки, дающей возможность изучать влияние электромагнитного воздействия в частотном диапазоне 10–2000 Гц при помощи встроенного генератора. При необходимости имеется возможность подключить внешний источник генерации в более широком диапазоне. Встроенный усилитель позволяет регулировать величину воздействия электромагнитного поля на пробирку с образцами, помещенную внутри соленоида. Плавность регулировки поля достигается за счет эффекта резонанса контура соленоид-емкость при помощи использования переменной емкости. Величина поля определяется через измерение напряжения на контуре, а дополнительные отводы контура и подключение дополнительных конденсаторов позволяют расширить частотный диапазон измерений.

Время для экспозиции определяется экспериментатором и измеряется хронометром или секундомером. Окончательная обработка полученных результатов проводится по принятым в биологии методам.

Первоначальные образцы, помещаемые в пробирку, имеют определенные биологические параметры.

На рисунке изображены: соленоид, пробирка для биологической пробы и электронная схема для управления установкой.

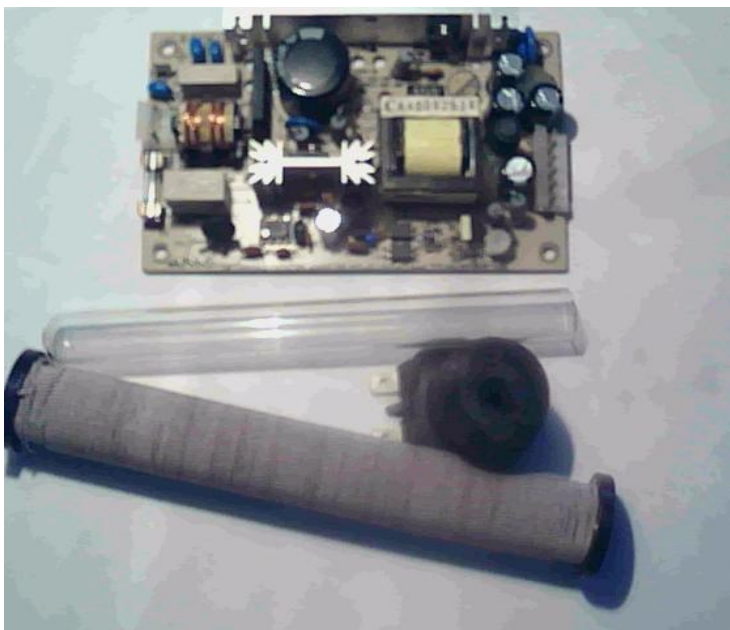


Рисунок 1– Элементы конструкции установки.



## **МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ТЯГОТЕНИЯ**

*Роганов В.Н.*

г. Севастополь, Россия

Vladimir.roganoff@yandex.ru

Путём широчайших обобщений огромного количества информации в соответствии с Законами причинно-следственных связей сформулирована гипотеза, объясняющая механизм реального физического процесса гравитационной неустойчивости (притяжения). При этом, сформулированы представления о:

1. Законах скачкообразного периода развития в причинно-следственном цикле.
2. Понятию о физическом времени как космической струне, несущей «нанизанные» на неё события.
3. Понятию о спящих и активированных ячейках пространства.
4. Взаимодействию Времени в Пространством через «оболочку» ячейки.
5. Понятию о природе Времени как вида движения в Мироздании, рождённого в процессах электро-слабого взаимодействия Салама, Глэшоу.
6. Понятию о связи Времени с Электрическим взаимодействием.
7. Связь кварко-глюонной модели барионов с Пространством и Магнитным взаимодействием.
8. Связь Света (электромагнитной радуги) с акустическими октавами, как мультиплетами энергетических потенциалов.
9. Открытие пяти видов октав-мультиплетов.
10. Связь мультиплетов с календарным временем года, с количеством дней с месяце, с солнечно-лунным календарём Майя (матрицей Цолькин), с книгой Перемен И-Цзин, с 16-ю гравитационными потенциалами в ОТО А. Эйнштейна и др.
11. Пространство и Время как частицы «вещества» на своём иерархическом уровне Материи, их спины и формирование ими 16-ти гравитационных потенциалов.
12. Структура гравитационного поля как 4-хкаскадного лазера.
13. Роль Магических квадратов в формировании «Капсулы» Времени, в упорядочении структуры объектов в причинно-следственном развитии, в завершении причинно-следственного цикла и уходе под горизонт событий.
14. Ограниченность гравитационных полей в пространстве.
15. О причинно-следственном цикле как источнике электромагнитного излучения.
16. Об трёх видах проявления электромагнетизма в гравитационном поле.
17. Об инерциальном движении как продольной электромагнитной волне
18. Принципиальная схема прибора управления гравитационными потенциалами (на основании излагаемой гипотезы)
19. О геометрической структуре гравитационного поля и видах прямоугольных треугольников, формирующих его конические и сферические формы.
20. Цель: познание и управление явлением притяжения.
21. Информация может быть полезна в любых сферах научной и производственной деятельности.

Гипотеза разработана способом обобщения информации из общедоступных источников и не содержит сведений, составляющих государственную тайну.

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО БИОСЕНСОРНОГО КОМПЛЕКСА (АБКЭМ)**

Рязанов В.А.<sup>1</sup>, Греков Н.А.<sup>1,2</sup>, Коровин А.Н.<sup>3</sup>, Лекарев Г.В.<sup>2</sup>, Пасынков М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

<sup>3</sup> АО «Концерн «Океанприбор», г. Санкт-Петербург, Россия

rjaz-17@yandex.ru

Общий вид автоматизированного биосенсорного комплекса (АБКЭМ) представлен на рис. 1.



На рисунке изображены: 1 – блок колонии мидий (БКМ); 2 – многоканальный (16 к) измеритель активности мидий (МИАМ); 3 – узлы крепления мидий (УКМ), входит в состав МИАМ; 4 – датчик фиксации раскрытия створок мидий (ДФРСМ), входит в состав МИАМ; 5 – преобразователь раскрытия створок мидий в код (ПРСМК), входит в состав МИАМ; 6 – блок измерительных каналов (БИК); 7 – канал измерения температуры (КИТ), входит в состав БИК; 8 – канал измерения освещенности (КИО), входит в состав БИК; 9 – канал измерения гидростатического давления (КИГД), входит в состав БИК; 10 – канал измерения электропроводности (КИЭ), входит в состав БИК; 11 – канал измерения волнения (КИВ), входит в состав БИК; 12 – канал инерциальной навигационной системы (КИНС), входит в состав БИК; 13 – канал измерения вибрации (КИВ), входит в состав БИК; 14 – блок телеметрии (БТ); 15 – контроллер формирователя измерительного кадра (КФИД), входит в состав БТ; 16 – узел передачи данных (УПД), входит в состав БТ; 17 – узел преобразования напряжения (УПН), входит в состав БТ; 18 – аккумуляторная батарея (АБ), входит в состав БТ; 19 – поверхностный буй (ПБ); 20 – блок электроники связи (БЭС); 21 – коммуникатор сотовой связи (КСС), входит в состав БЭС; 22 – световой сигнальный огонь (ССО), входит в состав БЭС; 23 – аккумуляторная батарея ССО (АБ ССО), входит в состав БЭС; 24 – антенны сотовой связи (АСС), входит в состав БЭС; 25 – береговой аппаратно-программный блок фиксации аварийных ситуаций (БАПК); 26 – персональный компьютер (ПК); 27 – информационная панель (ИП); 28 – кабель-трос; 29 – цепь якорная; 30 – якорь.

## **ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ДАТЧИКА ИТВ НА СЕТЕВУЮ ПОДСИСТЕМУ АСУ ТП НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Сосновский Ю.В.*

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Физико-технический институт (структурное подразделение), г. Симферополь, Россия  
sosnovskiy.yv@cfuv.ru

Целью работы является разработка информационной и программной модели интеллектуального датчика ИТВ на коммуникационные подсистемы микропроцессорных систем управления объектов критической информационной инфраструктуры на основе методов машинного обучения.

Основой для разработки методики оценки защищенности МСУ в условиях ИТВ является модель функционирования МСУ в условиях ИТВ, которая позволяет проводить комплексный анализ взаимосвязанных процессов функционирования МСУ, реализации ИТВ и ликвидации их последствий.

Схема модели функционирования МСУ в условиях ИТВ и терминах расширенной сети Петри представлена в работе (Сосновский, Климов, 2018). Сама модель функционирования МСУ в условиях ИТВ и терминах расширенной сети Петри (РСП), содержит три контура функционирования, соответствующие штатному функционированию, контуру имитации ИТВ на МСУ и контуру ликвидации последствий ИТВ на МСУ.

Предполагается, что при реализации ИТВ нарушителем могут быть использованы недекларированные возможности как в аппаратно-программных средствах МСУ, так и в программируемых маршрутизаторах сети передачи данных на различных уровнях АСУ ТП. Кроме того, нарушитель может быть не только внешний, но и внутренний, который знаком со спецификой и временными ограничениями технологического процесса (условиями срабатывания автоматических и автоматизированных исполнительных устройств), и способен реализовать неизвестное воздействие, реализуя уязвимость «нулевого» дня.

На основе предварительных исследований с использованием дампов нормального и аномального трафика выбрано наиболее эффективное решение по совокупности метрик ROC AUC, Recall и Precision – библиотека с открытым исходным кодом XGBoost, обеспечивающая высокопроизводительную реализацию деревьев решений на градиентном бустинге.

В качестве программной среды использован Jupyter Notebook, а в качестве языка программирования – Python.

Этап подготовки данных для последующей обработки разработан в виде последовательных шагов, включающих преобразование данных, проверку на дополнительные признаки, генерация аномальных данных для режима обучения, соответствующих дополнительным бинарным признакам, машинное обучение – построение и обучение модели.

Для проверка разработанной и обученной модели сенсора КА используются тестовые данные. Это дампы трафика МСУ, соответствующие, в целом, штатной работе системы, в которые добавлены отдельные, единичные нештатные события. Например – неверные номера регистров, значения регистров, выходящие за пределы диапазонов штатной работы и т.п.

Результат применения метода положительный, были найдены все 10 объектов в структуре тестовых данных, являющиеся ошибочными запросами.

Предлагаемая модель интеллектуального датчика ИТВ на коммуникационную подсистему МСУ и его программная реализация позволяет решить важную задачу по идентификации аномальных событий на нижнем и среднем уровне АСУ ТП – на полевом и уровне ПЛК

Список использованной литературы:

Сосновский Ю.В., Климов С.М. Методика оценки защищенности микропроцессорных систем управления в условиях информационно-технических воздействий // Надежность, № 4, 2018. С. 36–44.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ БУЙ ЦИКЛИЧЕСКОГО ПОГРУЖЕНИЯ И ВСПЛЫТИЯ  
С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ПО ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В  
ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ**

Стаценко И.Н.<sup>1</sup>, Терещук В.С.<sup>2</sup>; Греков А.Н.<sup>1</sup>, Дологлонян А.В.<sup>1</sup>, Клименко А.Г.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия,

<sup>2</sup> ФГБНУ ИМАШ РАН им. А.А. Благонравова

stacenko-ivan@inbox.ru

Автоматизированная конструкция морского буя была разработана ИМАШ РАН им. А.А. Благонравова совместно сотрудниками ИПТС согласно договору о научно-техническом сотрудничестве. Разработка получила патент на изобретение № 2733550 5 октября 2020 г.

В соответствии с патентом (Терещук и др.) изменение плавучести буя осуществляется путем заполнения балластной емкости водой, а после погружения на заданную глубину и проведения необходимых измерений вытеснением воды из этой емкости водородом и кислородом, получаемыми путем электролиза морской воды, находящейся внутри балластной емкости. Такое решение существенно упрощает конструкцию буя, т.к. исключается необходимость иметь механические или пневматические устройства изменения плавучести, и обеспечивает работу на любой глубине погружения.

Предлагается усовершенствованная конструкция морского буя, которая будет осуществлять не только погружение и всплытие в данной точке, но и движение по поверхности воды после всплытия в любом заданном направлении и в новом месте производить цикл погружения и всплытия. Движение в новом направлении будет осуществляться за счет, электрической энергии, получаемой в электрохимическом генераторе (ЭХГ) при реакции соединения кислорода и водорода, поступающих в ЭХГ из балластной емкости, и электропривода гребного винта. При этом часть энергии возвращается в аккумулятор буя, что увеличивает количество циклов погружения-всплытия. Положительная и отрицательная плавучесть буя обеспечивается за счет электролиза морской воды.

В результате электролиза в основном выделяется водород и кислород (Терещук и др., 2016), которые вытесняют морскую воду из автономных балластных емкостей после погружения буя на заданную глубину.

Подобными ЭХГ можно оснастить мобильные платформы сбора данных, например, беспилотные надводные аппараты, подводные и надводные зонды, плавсредства и другие носители, которые используются для исследований морской гидросферы.

Список использованной литературы:

Терещук В.С., Стаценко И.Н., Греков А.Н., Дологлонян А.В. Устройство для циклического погружения и всплытия морского буя. Патент на изобретение № 2733550.

Терещук В.С., Стаценко И.Н., Гармашов А.Б. Способ получения водорода, патент РФ №2602905 от 20.11.2016г.

## ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА АЛЬГОВИРУСЫ И НА КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Степанова О.А.<sup>1</sup>, Гайский П.В.<sup>2</sup>, Шоларь С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН

solar-ua@ya.ru

По мнению исследователей, изменения в вирусных сообществах гидросферы нашей Планеты, вызываемые биотическими и абиотическими факторами, ввиду масштабности численности и распространенности представителей этих сообществ, могут приводить к катастрофическим последствиям с учетом их каскадного воздействия на биогеохимические циклы, пищевые сети, метаболический баланс и на другие процессы в Мировом Океане (Danovaro, 2011). В связи с этим анализ и оценка воздействий различных экологических факторов на вирусную составляющую гидросферы, в том числе и на ее отдельных представителей, является одним из актуальных научных направлений.

Известно об угнетающем воздействии постоянного магнитного и переменного электромагнитного поля на репродукцию вирусов (Богомольный, 2011). Однако сведений о действии таких полей на альгoviрусы, и в частности на черноморские альгoviрусы, обнаружено не было. Также недостаточно информации о влиянии магнитных полей на рост и физиологический статус микроводорослей – хозяев альгoviрусов.

В связи с актуальностью обозначенной проблемы и недостаточностью знаний в этом направлении в отношении черноморских альгoviрусов и их хозяев микроводорослей на базе ИПТС были выполнены экспериментальные исследования. Целью проведенных экспериментов явилось выявление факта воздействия постоянного магнитного поля на инфекционный титр штаммов альгoviрусов трех видов микроводорослей, а также определение селективной чувствительности к магнитной нагрузке этих микроводорослей по изменению их чувствительности к вирусному лизису.

Экспериментальные исследования (опыты) проводили в лабораторной установке, создающей постоянное магнитное поле с магнитной индукцией 600 Гс. Установка была разработана на базе Лаборатории гидрофизических и биоэлектронных измерительных систем и технологий Центра экологического приборостроения и экоэнергетики Института природно-технических систем (ЛГБИСТ ЦЭПЭ ИПТС). Для опытов и контролей использовали вирусные суспензии альгoviрусов из авторской коллекции – альгoviрус микроводоросли *Tetraselmis viridis* (штаммы TvV-S11 и TvV-S2I-1), *Dunaliella viridis* (штамм DvV-S20-1) и *Phaeodactylum tricornutum* (штамм PtV-S20-1). Также использовали и культуры обозначенных микроводорослей, которые были получены из коллекции живых культур микроводорослей отдела экологической физиологии водорослей ФИЦ “ИнБИОМ А.О. Ковалевского РАН”.

В проведенных экспериментах было зафиксировано снижение инфекционного титра у изучаемых штаммов альгoviрусов после магнитной нагрузки на 1–2 порядка (в 10–100 раз). Также было установлено, что воздействие постоянного магнитного поля на используемые культуры микроводорослей приводило как к снижению устойчивости к вирусной инфекции у *P. tricornutum*, так и к увеличению у *T. viridis*. Отсутствие изменений устойчивости к вирусной инфекции было зафиксировано у *D. viridis*.

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № 0012-2019-0003 и ФИЦ МГИ РАН 0555-2021-0003 и 0555-2021-0004

Список использованной литературы:

Danovaro R., Corinaldesi C., Dell'anno A. et al. Marine viruses and global climate change // FEMS Microbiol Rev. 2011. Vol. 35(6). P. 993-1034.

Богомольный Б.Р., Барзинский В.П., Гридина Т.Л. и др. Влияние электромагнитных полей в диапазонах сверхдлинных волн на рост микроорганизмов и репродукцию вирусов // Проблемы інноваційно-інвестиційного розвитку. 2014. № 6. С.165–177.

**ИЗОЛЯЦИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО ДЛЯ НАУКИ  
АЛЬГОВИРУСА МИКРОВОДОРОСЛИ *PROROCENTRUM CORDATUM***

Степанова О.А.<sup>1</sup>, Шоларь С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН

solar-ua@ya.ru

В настоящее время молодая наука – водная (морская) вирусология – находится на этапе глобализации исследований вирусной составляющей и ее отдельных представителей в Мировом Океане. Причем особый интерес всегда вызывали и продолжают вызывать альговирussy, ключевая позиция которых в регуляции численности фитопланктона, имеющего огромное значение для нашей Планеты, вне всяких сомнений. Поиск, изоляция и изучение альговирусов из гидросферы остаются на острие научных интересов, что связано с теоретической и практической значимостью этих исследований. По данным литературы уже описано 65 сохраняемых в коллекциях вирусов эукариотических водорослей (Coy et al., 2018).

С 2002 г. из разных проб, отобранных из экосистемы Черного моря Крымского региона, было изолировано свыше 300 штаммов новых для науки и экосистемы Черного моря альговирусов микроводорослей *Tetraselmis viridis*, *Dunaliella viridis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Prorocentrum pusilla*, *Isochrysis galbana*, *Tisochrysis lutea*, *Emiliania huxleyi* и цианофага цианобактерии *Synechococcus* (Stepanova et.al., 2021).

Сохраняемые в авторской коллекции штаммы альговирусов 7 видов микроводорослей и цианофага цианобактерии *Synechococcus* могут быть использованы и уже применялись в различных модельных экспериментах и для апробации создаваемых на базе ИПТС и МГИ лабораторных стендов и установок (Stepanova et.al., 2021). В связи с обозначенной актуальностью научной проблемы целью выполненного исследования явились поиск, изоляция и предварительное изучение нового для науки альговируса микроводоросли *Prorocentrum cordatum*.

Изоляцию штаммов альговируса микроводоросли *P. cordatum* (PcV) проводили из проб как свежей, так и сохраняемой 1-2 месяца морской воды по авторским запатентованным способам (Степанова, 2004; 2012). Пробы отбирали с января по май 2021 г. из трех бухт Севастополя. Жидкая, альгологически чистая культура микроводоросли *P. cordatum* была получена из коллекции живых культур микроводорослей отдела экологической физиологии водорослей ФИЦ «ИнБИОМ А.О. Ковалевского РАН».

Всего в ходе исследований было протестировано 15 проб морской воды (по 5 проб из каждой бухты). При этом было выделено 8 штаммов PcV: в январе, феврале было изолировано по 2, в марте 1, а в апреле – 3 штамма PcV. Это свидетельствует о весенней сезонности PcV, как и его хозяина. В мае штаммы PcV изолированы из проб морской воды не были.

Доступными способами были изучены некоторые характеристики этого нового для науки альговируса – инкубационный период (24 ч), инфекционный титр ( $10^7$  IE/ml), чувствительность к замораживанию и к хлороформу свидетельствует о сложной морфологии вируса. Тест на перекрестную связь с культурой микроводоросли *Prorocentrum pusilla* отрицателен.

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № 0012-2019-0003 и ФИЦ МГИ РАН 0555-2021-0004

Список использованной литературы:

Coy S.R., Gann E.R., Pound H.L. et al. Viruses of Eukaryotic Algae: Diversity, Methods for Detection, and Future Directions // *Viruses*. 2018. V. 9. № 10. P. 487–514.

Stepanova O. A., Gaisky P. V., Sholar S. A. Materials, Methods, and Experiments in the Study of Black Sea Algal Viruses // *Russian Journal of Marine Biology*. 2021. V. 47. P. 10–18.

Степанова О.А. Способ изоляции альговирусов одноклеточных водорослей, например *Platymonas viridis* Rouch (Chlorophyta) // Пат. Украины № 65864. 2004. Бюл. № 4.

Степанова О.А. Способ изоляции альговирусов микроводоросли *Phaeodactylum tricornutum* (Bacillariophyta) из проб морской воды // Пат. Украины № 97293 2012. Бюл. № 2.

**ОЦЕНКА МОНИТОРИНГА ИНДИКАТОРНЫХ АЛЬГОВИРУСОВ  
ПРИ ПОНИЖЕНИИ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА  
В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19 (2020–2021 гг.)**

Степанова О.А.<sup>1</sup>, Шоларь С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН

solar-ua@ya.ru

Анализ результатов многолетнего мониторинга (2002–2020 гг.) черноморских альговирuсов двух индикаторных к экологической ситуации микроводорослей *Tetraselmis viridis* (TvV) и *Phaeodactylum tricornutum* (PtV) установил возможность применения мониторинга этих вирусuсов в качестве экологических индикаторов или индикаторных альговирuсов и как составляющую комплексного экомониторинга (Степанова, 2020). Годы пандемии Covid-19 отличались особыми условиями карантинных мер, что сопровождалось самоизоляцией, снижением активности многих видов деятельности, в т.ч. и туристической. Логично предположить, что это могло отразиться на улучшении экологической ситуации в акваториях бухт, как ответная реакция на понижение антропогенного пресса.

Цель выполненного исследования – оценка результатов мониторинга двух индикаторных альговирuсов (TvV и PtV), изолируемых из трех отличающихся по экологическому благополучию бухт Севастополя, в период снижения антропогенного пресса при пандемии Covid-19 (2020–2021 гг.).

Изоляцию штаммов индикаторных альговирuсов проводили из проб морской воды по авторскому запатентованному способу (UA № 65864. 2004). Жидкие альгологически чистые культуры микроводорослей *T. viridis* и *P. tricornutum* получали из коллекции живых культур микроводорослей отдела экологической физиологии водорослей ФИЦ “ИнБЮМ А.О. Ковалевского РАН”. В 2020 г. в связи со строгой самоизоляцией пробы морской воды были отобраны лишь в январе–марте, а в 2021 г. – в январе–июне. В итоге в 2020 г. из 9 проб было изолировано 11 штаммов альговирuсов, из них 3 TvV и 8 PtV, соответственно частота изоляции 33% и 89%. В 2021 г. из 18 проб было изолировано 26 штаммов альговирuсов – 12 TvV и 14 PtV с частотой изоляции соответственно 67% и 78%.

При учете результатов 2021 г. только за период январь–март для сравнения за этот же период данных за 2020 г. всего из 9 тестируемых проб было изолировано 14 штаммов альговирuсов – 5 TvV и 9 PtV (частота изоляции 36% и 64%). Таким образом, как для 2020 г., так и 2021 г. характерен максимум частоты изоляции PtV – 89% и 78% (или 64% за 3 месяца) соответственно. Такие высокие значения были определены впервые за многолетний период мониторинга, когда максимальная частота изоляции индикаторного альговирuса PtV доходила лишь до 45%. Также необходимо отметить, что в 2020 и 2021 гг. наблюдается высокое общее значение количества штаммов всех индикаторных альговирuсов (11 и 26) с численным преобладанием штаммов PtV.

По оценке проанализированных результатов мониторинга индикаторных альговирuсов за 2020–2021 гг. в соответствии с обоснованными выводами, представленными в нашей работе (Степанова, 2020), можно утверждать, что экологическая ситуация изучаемых бухт Севастополя в эти годы относительно благополучна. Следовательно, период пандемии Covid-19 в ситуации карантинных мер, проводимых в г. Севастополь, сопровождался снижением антропогенного пресса и содействовал улучшению экологического статуса морских акваторий.

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № 0012-2019-0003 и ФИЦ МГИ РАН 0555-2021-0004

Список использованной литературы:

Степанова О.А. Мониторинг черноморских альговирuсов *Tetraselmis viridis* и *Phaeodactylum tricornutum* в бухтах Севастополя как составляющая экологического мониторинга изучаемых акваторий // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 3 (41). С. 139–148.

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕЛИЯ В МЕТАН-СОДЕРЖАЩИХ ГАЗАХ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОСКОПИИ КР

Таничев А.С., Петров Д.В., Матросов И.И.

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем», г. Томск, Россия  
tanichev\_aleksandr@mail.ru

Гелий является ценным сырьем, которое применяется в медицине, металлургии и атомной энергетике. Помимо этого его используют в нефтегазовой промышленности для поиска мест утечек в подземных газопроводах, а также он является индикатором глубинных разломов при геологоразведке. В лаборатории экологического приборостроения ИМКЭС СО РАН ведется разработка газоанализаторов, основанных на спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР). Их основным преимуществом является возможность одновременного контроля всех молекулярных компонентов анализируемого газа. За счет этого приборы данного типа являются достаточно перспективными для диагностики состава атмосферного воздуха, природного газа и прочих многокомпонентных газовых сред, в т.ч. качественный состав которых заранее неизвестен (Булдаков, 2012). Гелий, в свою очередь, будучи атомарным газом, спектра КР не имеет и, следовательно, его концентрация с помощью данного метода напрямую не может быть измерена. Однако наши последние исследования (Таничев, 2021) показали, что среда гелия приводит к значительному сдвигу частоты максимума Q-ветви полосы  $\nu_1$  метана (см. рис. 1). В этой связи целью данной работы являлась разработка метода его определения по косвенным признакам для увеличения потенциальных возможностей разрабатываемых КР-газоанализаторов.

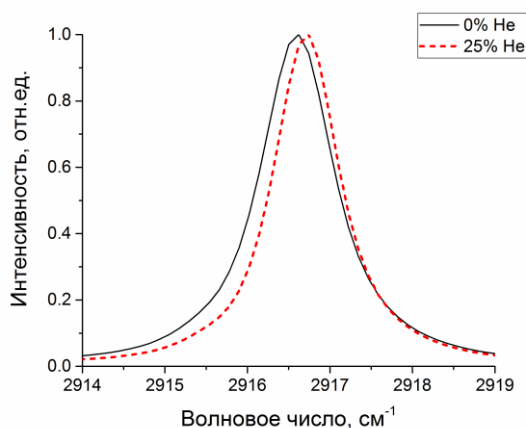


Рисунок 1 – Спектры Q-ветви полосы  $\nu_1$  метана при различной концентрации гелия.

В ходе работы были получены зависимости, позволяющие определить концентрацию гелия по сдвигу полосы  $\nu_1$  метана при различных давлениях среды. Данный подход может быть использован как при диагностике природных газов, так и атмосферного воздуха, поскольку концентрация метана в нем составляет около 2 ppm и указанная выше полоса легко регистрируется с помощью современных КР-газоанализаторов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках научного проекта № 19-42-700006.*

Список использованной литературы:

Булдаков М.А., Матросов И.И., Корольков В.А., Петров Д.В., Тихомиров А.А. Газоанализатор на основе спонтанного комбинационного рассеяния: возможности и перспективы // Датчики и системы. – 2012. – № 4. – С. 10-13.

Таничев А.С., Петров Д.В., Матросов И.И., Шарыбкина К.К. Влияние гелия на спектр комбинационного рассеяния метана в диапазоне  $2500\text{-}3300 \text{ см}^{-1}$  // Оптика атмосферы и океана. – 2021. – Т. 34. – №5. – С. 329-333.



**ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОЛЛЮСКОВ ПЕРЛОВИЦ (*UNIO PICTORUM*),  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
БИОМОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ, К НЕФТЯНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

*Трусевич В.В., Мишуров В.Ж., Кузьмин К.А.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
trusev@list.ru

В современных условиях быстро возрастающей интенсивности загрязнения рек, пресноводных водоемов и других источников водообеспечения населения, все большее значение приобретают автоматизированные биоэлектронные системы контроля вод поступающих в системы водообеспечения населенных пунктов. В водные системы ежегодно поступают миллионы тонн сотен тысяч загрязняющих веществ, среди которых нефтяное загрязнение занимает одно из ведущих мест. По уровню токсикологических воздействий на биоту нефтяное загрязнение относится к разряду наиболее опасных для водных экосистем.

Наиболее надежным способом получения объективной информации о динамике изменения экологических параметров является непрерывный оперативный биомониторинг на действия. Нами разработан и испытан в течение ряда лет комплекс автоматического контроля и оповещения в реальном времени об изменениях характеристик водной среды с использованием поведенческих реакций двустворчатых моллюсков, предназначенный для эксплуатации в нативных условиях морских и пресноводных водоемов. Комплекс является аналогом систем Musselmonitor и Dreissena-monitor, широко используемых во многих странах Европы. Для успешной эксплуатации систем автоматизированного биомониторинга, на основе поведенческих реакций моллюсков, оценка чувствительности их к воздействиям основных групп ксенобиотиков являются определяющими. При этом принципиально важно использовать аборигенные виды.

Нами проведены исследования чувствительности моллюсков – перловиц с использованием в качестве компонента нефтяного загрязнения дизельного топлива в концентрациях: 0,5 мл; 0,05 мл; 0,025 мл и 0,005 мл на литр воды. Приборы располагались в аквариумах, объемом 120 литров, в зоне водозаборов Севводоканала, на берегу реки Черная, при постоянном протоке воды из основного русла со скоростью 4 литр в минуту. Концентрации токсиканта были выбраны с целью установления величины самых низких концентраций солярового масла, которые способны вызывать немедленные отклонения в поведении моллюсков, для последующего использования его результатов в системах биосенсорной индикации качества водной среды в системах водоснабжения г. Севастополя.

Как показали наши исследования моллюски-перловицы демонстрируют высокую чувствительность к присутствию дизельного топлива в водной среде. Уже в первые минуты появления в воде дизельного топлива в концентрации 0.5 мл /литр (1,4 ПДК) вызывает практически мгновенную синхронную реакцию моллюсков, проявляющуюся в резком увеличении частоты бессистемных схлопываний (10–20 в час), сопровождающихся уменьшением амплитуды раскрытия створок в среднем на 40%, что является характерным признаком стрессовой ситуации. При этом у ряда моллюсков отмечается полное закрывание створок на продолжительное время, сохраняющееся 8–10 часов после удаления токсиканта. Скрининг – тесты воздействия дизельного топлива на поведенческие реакции моллюсков-перловиц позволили установить что нижний порог чувствительности моллюсков составляет 0,005мл/л – соответствует уровню ПДК для рыбохозяйственных предприятий.

Полученные данные об особенностях поведенческих реакций пресноводных моллюсков и результаты испытаний разработанных приборов являются достаточно полной базой для разработки и внедрения в нашей стране систем автоматизированного биомониторинга водной среды, на основе поведенческих реакций моллюсков, во всех сферах современного водопользования. Долговременная эксплуатация комплекса показала высокую эффективность его использования для оценки качества водной среды пресноводных водоемов и рек.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Умерова Л.Р.*

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,  
г. Симферополь, Российская Федерация  
leylya-umerova@mail.ru

С каждым годом в мировой практике все больше внимания уделяется рациональному использованию водных ресурсов. Это в свою очередь требует четкого понимания фактической обстановки на водных объектах и проведения расчетов водохозяйственного баланса территории для определения и удовлетворения потребностей всех водопользователей. Возможным подходом к решению данной проблемы в перспективе может стать использование морфометрических характеристик водных объектов (например, площади водного зеркала) в качестве индикатора степени воздействия антропогенной деятельности. Реализация данной идеи нашла отражение в работах Кургановича К.А., Носкова Е.В., Rokni K., Ahmad A., Selamat A. и др.

В последние годы для дистанционного изучения площадей водного зеркала по космическим данным широкое применение нашли такие методы обработки спутниковых изображений как: тематическая классификация с обучением, одноканальная классификация с использованием порога разделения, линейное разделение и определение многоканальных спектральных индексов (водных индексов). Из перечисленных методов наиболее популярным является метод определения площади водного зеркала по многоканальным спектральным индексам (NDVI, NDWI, MNDWI, WRI, AWEI и др.) (Rokni, 2014; Курганович, 2015; Катаев, 2017). Для этого чаще всего применяются космоснимки серии Landsat-8 и Sentinel-2 с дальнейшей их обработкой в ГИС (например, ArcGIS, QGIS и др.). Определение площади водного зеркала позволяет вычислить объем воды в водоеме и рассчитать водохозяйственный баланс территории.

Разработка данного направления в дальнейшем позволит:

- провести инвентаризацию водных объектов и установить количество расположенных на территории обследования водоаккумулирующих сооружений, включая те, ресурсы которых интенсивно используются неофициальными водопользователями;
- уточнить месторасположение водных объектов и источник их наполнения;
- оценить площадь водного зеркала водоаккумулирующих сооружений;
- для крупных водоаккумулирующих сооружений построить график зависимости объема наполнения от площади водного зеркала, (в случае отсутствия оперативных данных) косвенно оценить приходные и расходные характеристики по данному водному объекту (Табунщик, 2020).

Список использованной литературы:

Курганович К.А., Носкова Е.В.. Использование водных индексов для оценки изменения площадей водного зеркала степных содовых озер юго-востока Забайкалья, по данным дистанционного зондирования // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2015. – № 6 (121). – С. 16-24.

Rokni K., Ahmad A., Selamat A., Hazini Sh. Water Feature Extraction and Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery. Remote Sensing // Remote Sensing/ - 2014. - № 6. – P. 4173-4189.

Катаев М. Ю., Бекеров А.А. Методика обнаружения водных объектов по многоспектральным спутниковым измерениям // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 105-108.

Табунщик В.А. Изменение площади зеркал водохранилищ естественного стока на территории Крымского полуострова (сравнение данных на начало апреля 2019 и 2020 года) // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 181-190.

## ИЗМЕРЕНИЕ ФОНОВОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЬ

Филатова Л. Э.<sup>1</sup>, Смирнова Л. Л.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Институт «Национальной технологической инициативы», кафедра «Мониторинг и теория климата», направление «Экология и природопользование» г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГНБУ «Институт природно-технических систем» г. Севастополь, Россия  
valeeeeri.filatova@gmail.com

Биосфера Земли, включающая тропосферу, гидросферу, литосферу характеризуется естественной радиоактивностью – естественным радиационным фоном. Фоновую естественную радиоактивность (ФР) создают (Естественный...):

- космические излучения;
- радиоактивные вещества (химические элементы), входящие в состав полезных ископаемых, скальных пород, вулканических выбросов;
- радионуклиды в стройматериалах, продуктах питания человека и предметах, изготовленных из различных материалов.

Радиоактивные нуклиды (радионуклиды) – это ядра нестабильных химических элементов, которые самопроизвольно испускают электромагнитные излучения альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ ), гамма ( $\gamma$ ) и превращаются в изотопы другого химического элемента (Глинка, 1974).

Измерение ФР окружающей среды и различных объектов в центре г. Севастополь проведено с помощью индикатора радиоактивности «РАДЭКС РД1503 (RADEX RD1503)». Чувствительный элемент прибора – счетчик Гейгера, который реагирует на различные типы излучения. Мощность дозы ионизирующего излучения измерялась в микроРентгенах в час (мкР/ч).

Таблица 1– Результаты замеров ФР окружающей среды в центре г. Севастополь

Место измерения	Значение* (мкР/ч)
Над проезжей частью дороги (остановка «Сквер Ленинского комсомола»)	10
Над б. Южная	12
Над б. Севастопольская (Памятник затопленным кораблям)	24
Над б. Севастопольская (район Графская пристань)	9
Памятник Нахимову (красный мрамор)	37
Графская пристань, статуя льва (белый мрамор)	7
Графская пристань, Мемориальная доска, красный мрамор	28
Мемориальная стена, район Вечного огня (красный мрамор)	27
Стелла «Городам героям» (серый мрамор)	18
Над проезжей частью дороги (остановка «Дом офицеров флота»)	10
Стена Дома офицеров флота (красный мрамор)	20
Памятник Екатерине II (красный мрамор)	68

\*Норма фоновой радиоактивности до 20 мкР/ч; опасно для здоровья человека – более 30 мкР/ч (Общие ...).

Отмечено, что ФР темного мрамора (красный, серый, черный), в отличие от белого, на 6–14 мкР/ч превышает установленный норматив (20мкР/ч). Наблюдался очень высокий уровень ФР красного мрамора – 68 мкР/ч, который использовался при создании памятника Екатерине II, что представляет опасность для здоровья человека.

Список использованной литературы:

Естественный радиационный фон. Эл. рес.– Реж. доступа: <https://www.quarta-rad.ru/useful/vse-o-radiacii/estestvenniy-radiacionniy-fon/>.

Глинка Н. Л. 1974. Общая химия. М.: Изд-во Химия. С. 57–110.

Общие понятия о единицах измерения радиоактивности. Эл. рес.– Реж. доступа: [https://uchebnikfree.com/promyishlennaya-ekologiya\\_1441/obschie-ponyatiya-edinitsah-izmereniya-59087.html](https://uchebnikfree.com/promyishlennaya-ekologiya_1441/obschie-ponyatiya-edinitsah-izmereniya-59087.html).

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПАУ ИЗ ПОЧВ АЦЕТОНИТРИЛОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЦЕТАТА НАТРИЯ

Халиков И.С.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Khalikov@rpatyphoon.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются одними из основных и наиболее распространенных загрязнителей природной среды (Khalikov, 2018).

Традиционные методы извлечения ПАУ из почв, такие как экстракция в аппарате Сокслета, требуют больших расходов органических растворителей и длительного времени, а недостатками современных методов – микроволновой экстракции, жидкостной экстракции под давлением, сверхкритической флюидной экстракции является высокая стоимость оборудования, опасность эксплуатации и затрат на техническое обслуживание.

Ультразвуковая экстракция является универсальным методом из-за его простого оборудования, малых затрат времени и экстрагента, низких эксплуатационных расходов. Для улучшения экстракции ацетонитрилом из почв приоритетных высокомолекулярных ПАУ (5-7-ядерных), включая антантрен (АТТ) и коронен (СОР), был испытан ацетат натрия, который может нарушать структуру образца и способствовать десорбции липофильных загрязнителей из органического вещества почв. В экспериментах использовали стандартные растворы ПАУ ("Dr. Ehrenstorfer GmbH") и стандартные образцы почв СДПС-2 (дерново-подзолистая супесчаная), СЧТ-2 (чернозем типичный), СКР-2 (краснозем) и ССК-2 (серозем карбонатный). В ходе работы были изучены условия экстракции разных концентраций (10 и 100 нг/г) смеси добавленных ПАУ. Экстракцию ПАУ из сухих почв (1 г) проводили с использованием 10 мл ацетонитрила под действием ультразвука (10 мин; 25 °С) без добавления высаливателей (n=12) или с добавлением 2 г тригидрата ацетата натрия (n=12). Далее 2 мл полученного экстракта фильтровали через мембранные фильтры (PTFE, 15 мм. 0.2 мкм, "Phenomenex") или центрифугировали (5 мин; 5000 об/мин) без дополнительной очистки с помощью дисперсионной твердофазной экстракции. Измерения проводили на жидкостном хроматографе "LC-20 Prominence" (Shimadzu) с флуориметрическим детектированием.

С увеличением молекулярной массы ПАУ растет разница извлечения ацетонитрилом в присутствии ацетата натрия, по сравнению с чистым ацетонитрилом (рис.1).

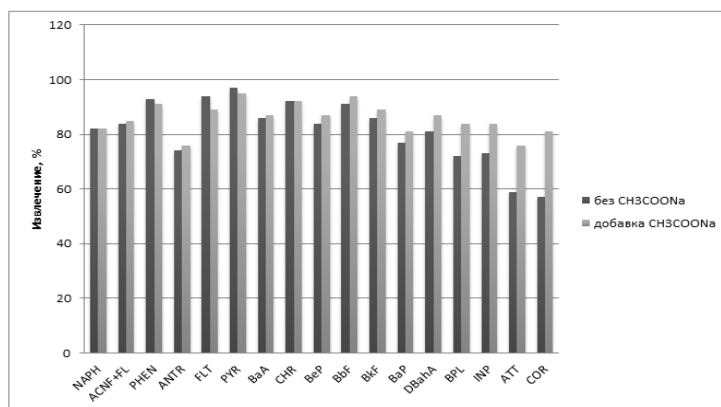


Рисунок 1 – Среднее извлечение (%) ПАУ в почвах ацетонитрилом с добавлением и без добавления ацетата натрия.

Список использованной литературы:

Khalikov I.S. Identification of Sources of Environmental Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on the Basis of Their Molar Ratios // Russian Journal of General Chemistry. – 2018. – Vol. 88, No. 13. – P. 2871–2878.

**СПОСОБ СРАВНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ РАЗЛИЧИЙ  
СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ  
В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Халиков И.С.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Khalikov@rpatyphoon.ru

В системе контроля окружающей среды сравнение наборов данных содержания загрязняющих веществ в объектах среды имеет актуальное значение.

Для сравнения сходства или различия профилей концентраций химических компонентов (например, металлов, ионов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) или других веществ) в объектах природной среды (воздухе, воде, почве, донных отложениях, биоте) традиционно используют коэффициент ( $Kp$ ) расхождения (дивергенции), который рассчитывают для каждой пары следующим образом:

$$Kp = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_{i1} - x_{i2}}{x_{i1} + x_{i2}} \right)^2}$$

где  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$  представляют среднюю концентрацию химического компонента  $i$  в местах отбора проб (1 и 2 представляют два разных участка (района, страны) отбора проб или фракций), а  $n$  – количество отдельных компонентов (Wongphatarakul, 1998). Так, сравнение содержания 16 ПАУ в донных отложениях обследуемых участков озера Байкал с использованием  $Kp$  приведено в работе (Халиков и др., 2021).  $Kp$  является показателем степени различия двух наборов данных, состоящих из одинакового числа компонентов. Коэффициент расхождения ограничен значениями от 0 до 1, если значение  $Kp$  стремится к нулю, то это указывает на то, что профили химических компонентов на двух участках отбора проб аналогичны, а коэффициент расхождения, который приближается к единице, указывает, что профили значительно различаются.

Проведенные нами исследования содержания ПАУ в воздухе и других объектах природной среды показали возможность использования коэффициента расхождения для сравнения сходства изменения содержания компонентов по времени отбора (например, сезонного хода) в одном месте (Халиков, 2021). Работоспособность коэффициента расхождения подтверждена также для сравнения различия содержания одного химического компонента в одном месте отбора, тогда  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$  представляют среднюю концентрацию химического компонента  $i$  в месте отбора проб, но разных по времени отбора.

Как правило, рассчитанные значения  $Kp$  являются низкими (менее 0,3; лучше < 0,2) для близких составов, подразумевая, что наборы данных 1 и 2 имеют схожий тип источников поступления химических компонентов, а более 0,7 для сильного различия наборов данных и связаны с пространственно-временной неоднородностью.

Список использованной литературы:

Wongphatarakul V., Friedlander S.K., Pinto J.P. A Comparative Study of PM<sub>2.5</sub> Ambient Aerosol Chemical Databases // Environ. Sci. Technol. – 1998. – Vol. 32, No. 24. – P. 3926-3934.

Халиков И.С., Макаренко А.А., Левшин Д.Г., Лукьянова Н.Н., Яхрюшин В.Н. Новые данные о содержании полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях прибрежной зоны озера Байкал // Экологическая химия. – 2021. – Т.30, №3. – С. 117–128.

Халиков И.С. Тенденции годового, сезонного и суточного изменения содержания высокомолекулярных полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе г. Сочи в 2013-2020 гг. // Экологическая химия. – 2021. – Т.30, №4. – С. 199–211.

## **БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ИНДИКАТОР МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ**

*Ходосова Н.А., Бельчинская Л.И.*

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия  
chem@vgtu.ru

Проблема воздействия человека на экосистемы находится в центре внимания специалистов и экологов всего мира. Жизнедеятельность человека находится в тесной взаимосвязи с окружающей средой. Источниками антропогенного загрязнения являются разнообразные промышленные предприятия, сельское хозяйство, теплоэнергетика, транспорт и многие другие. Результатом постоянного антропогенного и техногенного воздействия является неизбежное ухудшение состояния экосистем, в частности, жизнедеятельности растений. Почвенно-растительный покров испытывает значительную нагрузку, проявляющуюся в снижении роста и развития растений, разрушении тканей листьев, появлении некрозов, уменьшении продуктивности фотосинтеза. Токсичное влияние выбросов промышленности и автотранспорта проявляется на растениях гораздо быстрее, поэтому изменение морфологии, биохимических показателей растительных объектов могут сигнализировать о возможной опасности для здоровья людей.

В работе представлены результаты исследований влияния паров формальдегида на жизнедеятельность древесных растений на основании электрофизиологической характеристики - биоэлектрического потенциала (БЭП). Объекты исследования: семена сосны обыкновенной и ели обыкновенной. Фумигатор – токсичные пары формальдегида (класс опасности 2). Концентрация формальдегида в воздухе превышает в 5 раз ПДК<sub>м.р.</sub> формальдегида. Для растений, находящихся в состоянии стресса, характерно изменение электрической активности клеток и тканей растения, связанное с нарушением в системе фотосинтеза, что приводит к изменению характера светоиндуцированной биоэлектрической реакции (БЭР). Величина и знак БЭП дают представление о развитии электрической активности растения, характеризуют изменение метаболических процессов и могут являться тест-фактором для идентификации состояния стресса и степени устойчивости к нему: отрицательное значение БЭП свидетельствует о стимулировании метаболических процессов, положительное – об их снижении. В отсутствие токсичного воздействия динамика изменения биоэлектрического потенциала растений в течение светового дня характеризует нормальную работу метаболических систем растений: смещение потенциала в сторону отрицательных значений в период от 9 до 12 часов дня, достижения максимального отрицательного значения потенциала в 12 часов и в интервале от 12 до 15 часов последующий сдвиг потенциала к более положительным значениям.

Для фумигированных образцов ели и сосны характерно отклонение в динамике изменения БЭП от контрольного варианта. Сдвиг биопотенциала в более положительную сторону от контрольного варианта БЭП для семян ели обыкновенной отмечается на первые, вторые, третьи и пятые сутки после фумигации. На пятые сутки значение биопотенциала в 15 часов резко сдвигается в отрицательную сторону. Вероятно, это связано с проявлением защитных функций растений, вызванных стрессовым состоянием после фумигации формальдегидом и угнетением метаболических процессов в растениях. На 7 сутки ситуация изменяется и значения потенциалов становятся более положительными. БЭП для двухлетних семян сосны обыкновенной на первые, вторые, третьи и седьмые сутки смещается в положительную сторону относительно контрольного варианта. После второй фумигации (в 12 и 15 часов) значения БЭП принимают положительные значения (ход кривой аномальный), что свидетельствует об угнетающем влиянии формальдегида на семена.

Таким образом, БЭП является биоиндикатором метаболических процессов древесных хвойных пород в условиях загрязнения атмосферы (в данном исследовании) формальдегидом.

## БЛОК РЕТРАНСЛЯТОРА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Широков И. Б.<sup>1</sup>, Евдокимов П. А.<sup>2,1</sup>, Широкова Е. И.<sup>1</sup>

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

shirokov@ieee.org

Принцип работы устройства контроля изменения состава воздушной среды основан на фазометрических измерениях в СВЧ-диапазоне. Ретранслятор является частью этого устройства и выполняет следующие функции:

- прием измерительного сигнала с частотой  $f_1$  от измерительной станции;
- усиление микроволнового сигнала для увеличения дальности работы устройства;
- осуществление частотного сдвига микроволнового сигнала на частоту  $F_1$  опорного сигнала;
- излучение измерительного сигнала с новой частотой  $f_2 = f_1 \pm F_1$  в направлении измерительной станции.

Блок ретранслятора состоит из рупорной антенны, Y-циркулятора, полосно-пропускающего фильтра, двух микроволновых усилителей и управляемого микроволнового фазовращателя. Также в состав ретранслятора в зависимости от условий измерений могут входить различные системы синхронизации. Частота  $f_1$  измерительного сигнала равна 9.4 ГГц, а частота сигнала синхронизации  $F_1$  составляет 1 кГц.

Усиление в ретрансляторе является одним из главных его параметров и определяет максимально возможную длину измерительной трассы. Однако при расчете усилителя для ретранслятора необходимо учитывать характеристику циркулятора, предназначенного для развязки первично принятого и вторично излученного измерительных сигналов.

Согласно результатам экспериментального исследования параметров циркулятора величина обратных потерь на частоте близкой к центральной  $f_1$  составляет 35.4 дБ. При этом минимальное значение обратных потерь составляет около 22 дБ на частоте 10 ГГц. Таким образом, усиление в ретрансляторе ограничено величиной минимальных обратных потерь в циркуляторе.

Для увеличения уровня возможного усиления в блоке ретранслятора и предотвращения самовозбуждения циркулятора был разработан настраиваемый полосно-пропускающий фильтр. Результаты моделирования разработанного фильтра в программном пакете ANSYS HFSS соответствуют экспериментальным данным. Минимальная величина обратных потерь в циркуляторе с подключённым фильтром составляет около 30 дБ.

Также для построения гомодинной радиотехнической системы с оптимальными метрологическими характеристиками необходимо обеспечить высокую точность установки фазового сдвига измерительного сигнала. В разработанном ретрансляторе использован цифровой четырехразрядный микроволновый фазовращатель, реализованный на микросхеме НМС543LC4В. Данный фазовращатель позволяет осуществлять изменение фазы сигнала от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  с шагом  $22.5^\circ$  и фазовой ошибкой  $\pm 10^\circ$ . При этом максимальная величина вносимых потерь в фазовращателе составляет около 8 дБ. Математическое моделирование преобразований сигнала в фазовращателе осуществлялось в программном пакете MathCAD.

Характеристика совместных обратных потерь циркулятора и фильтра с учетом потерь в фазовращателе, позволяет поднять уровень возможного усиления до 40 дБ. Для получения такого усиления были спроектированы усилители на микросхемах НМС564LC4 и НМС565LC5. Таким образом, разработанный ретранслятор позволит проводить измерения на трассе длиной до 250 м.

## ОБНАРУЖЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ И АНОМАЛИЙ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА

Шишкин Ю.Е.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

iurii.e.shishkin@gmail.com

Автоматизация процессов обнаружения неоднородностей и аномалий в данных мониторинга морской среды является актуальной для многих фундаментальных и прикладных областей знаний, в частности, рационального природопользования, экологической безопасности и океанологии. Появление подводных фото- и видеорегистраторов значительно повысило степень обоснованности при принятии решений о состоянии среды, однако обработка данных визуального мониторинга продолжает во многом осуществляться вручную (Riveiro, 2008). При том, что на сегодняшний день ведется активная разработка алгоритмических и программно-технических решений направленных на обнаружение аномалий данных мониторинга, эти решения не носят универсальный исчерпывающий характер, а попытки создать модели универсальных решений носят как правило теоретический характер и не имеют законченных практических воплощений.

Предлагается подход к решению целевой задачи основанный на применении вейвлет-преобразования к последовательностям поступающих изображений где в качестве ядер свертки  $V$  используется набор паттернов типовых аномалий и их инвариантов синтезированных путем выполнения аффинных преобразований масштаба и поворота (Шишкин, 2020). В математической постановке выполняемое дискретное вейвлет-преобразование  $M$  фото- или видеопотока в ортогональном базисе  $V$  осуществляется в виде линейного преобразования распределенной во времени  $t$  последовательности векторов-изображения  $\vec{I}$  размерами  $x \times y$  в вектор поля вероятности возникновения аномалий  $\vec{P}$  такой же размерности согласно соотношению:

$$M : \vec{I}(I_{t-1}, I_t, I_{t+1}) \times V_k \rightarrow \vec{P}_t \begin{bmatrix} P_{0,0} & \cdots & P_{x,0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{0,y} & \cdots & P_{x,y} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где локальные максимумы  $p_{i,j} \rightarrow \max | i \in x, j \in y$  поля вероятности  $\vec{P}$  для любого  $p_{i,j} > P_{крит}$  в некоторой окрестности  $\xi$  являются признаками аномалий данных  $k$ -го вида,

возникших в момент времени  $t$ . Неоднородностями данных мониторинга  $\vec{I}$ , по  $k$ -му признаку, в случае приведенной выше постановке задачи, будут считаться такие области  $I_t$  для которых существуют и определены соответствующие им  $\vec{P}_t$  такие что  $M'(\vec{I}, V_k) = 0$ .

Предложенный подход позволяет обнаруживать как новые возмущения и неоднородности, так и известные аномалии в данных мониторинга морской среды, представленных в виде графических фото- и видеоизображений. Линейность алгоритма и матричная природа применяемых структур данных делает его хорошо параллелизуемым в системах с многоядерными процессорами и видеоускорителями, и пригодным для выполнения в реальном времени.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920018 и в рамках государственного задания Института природно-технических систем № АААА-А19-119040590054-4.

Список использованной литературы:

Riveiro M., Falkman G., Ziemke T., Visual Analytics for the Detection of Anomalous Maritime Behavior, 2008 // 12th International Conference Information Visualisation, 2008, pp. 273–279.

Шишкин Ю.Е., Греков А.Н. Статистические методы кластеризации изображений гидробионтов // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 1 (39). С. 153–159.



## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ СИСТЕМЫ ИНВАРИАНТНЫХ МЕТРИК

Шишкин Ю.Е., Греков А.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

iurii.e.shishkin@gmail.com

Перспективным направлением повышения эффективности научных и прикладных исследований в областях промысловой океанологии, экологического мониторинга и контроля биоресурсов является использование автономных роботов, оснащенных подводными фото- и видеокамерами (Faillettaz, 2016). Решение задачи распознавания изображений морских объектов *in situ* традиционно решалось и продолжает решаться за счет когнитивных способностей оператора, которые, по своей природе, снижаются при необходимости продолжительного поддержания высокой концентрации, в особенности при обработке сигналов из нескольких источников. Классические подходы распознавания изображений позволяют с высокой вероятностью распознавать объекты на изображениях при следующих допущениях (Shishkin, 2020):

- имеются неискаженные изображения объектов-оригиналов (обучающей выборки),
- тестовые изображения получены в идеальных условиях (хорошее освещение, резкость),
- объекты на обучающих и тестовых изображениях ориентированы одинаково, что, очевидно, ограничивает область применения преимущественно лабораторными условиями.

Развитие методов компьютерного анализа «реальных» изображений морских объектов, получаемых *in situ*, приведет к повышению обоснованности и эффективности принимаемых управленческих решений на их основе что является базисом для осуществления оптимального управления хозяйственной деятельностью человека и может оказать значительное позитивное влияние на прибрежные рекреационные регионы и качество жизни человека в целом.

Предлагаемая математическая модель использует в своей основе систему метрик вектора разности уровней яркости и представляет из себя такие скалярные составляющие как: среднее, стандартное отклонение, второй угловой момент, энтропию, локальную однородность и контраст соответственно. Данный набор может дополняться другими инвариантными к повороту и масштабированию метриками и численно характеризует текстурные признаки объектов.

Предложенное решение  $M$  осуществляет отображение графического изображения  $Z: I \rightarrow P$ , которое возможно содержит искомым морской объект, в вектор  $P$  в  $n$ -мерном пространстве. Такое отображение обладает высокой сходимостью, а получаемые векторы можно сравнивать с векторами эталонных изображений  $q \in Q$ , например, функцией расстояния между элементами линейного (векторного) пространства:

$$R(P, q \in Q) = \sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2, (1) \quad M: I \rightarrow q \mid R(Z(I), q) \rightarrow \min, (2)$$

Представление изображения вектором состоящем из численных оценок системы инвариантных метрик по сравнению с конкурирующими решениями обладает более высокой сходимостью при решении задачи распознавания изображений морских объектов, полученных *in situ*, в условиях наличия шумов и искажений вида: поворот, сдвиг или масштабирование.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920018 и в рамках государственного задания Института природно-технических систем № АААА-А19-119040590054-4.

Список использованной литературы:

Faillettaz R., Picheral M., Luo J. Y. Imperfect automatic image classification successfully describes plankton distribution patterns // *Methods in Oceanography*. 2016. № 15–16. С. 60–77.

Shishkin I.E., Grekov A.N. Methods for Recognizing Images of Heterogeneous Objects in Small Training Sample // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020. 2020. P. 1–6. DOI:10.1109/FarEastCon50210.2020.9271330

**Обзор инструментов для экологического мониторинга: глубоководные акустические размыкатели Applied Acoustics, регистраторы Level SCOUT заболоченных территорий и приливных зон Van Walt, волномеры RADAC. OVERVIEW OF ENVIRONMENTAL MONITORING TOOLS: DEEP-SEA ACOUSTIC BREAKERS BY APPLIED ACOUSTICS, LEVELSCOUT RECORDERS OF WETLANDS AND TIDAL ZONES BY VAN WALT, WAVE RADARS BY RADAC**

*Шорохов С.А., Сенченко М.В.*

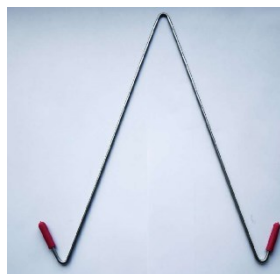
ООО «ИТЕРА», г. Москва, г. Санкт-Петербург, Россия  
s.shorohov@itera.spb.ru, msenchenko@itera.spb.ru

В настоящее время в России всё чаще используются акустические размыкатели, позволяющие безопасно и в автоматическом режиме производить подъем на поверхность оборудования, измеряющего параметры окружающей среды. Высокую эффективность и простоту использования неизменно обеспечивает оборудование от английской компании Applied Acoustics.

Комплект, состоящий из размыкателей REL1519 (7 шт.), датчика для подачи размыкающего сигнала DRK 3190 (1 шт.) и вызывного управляющего устройства PAM-3510 (1 шт.), предназначенный для подъема (возврата) научно-исследовательского оборудования, установленного на морском дне. Количество размыкателей зависит от задачи проекта и числа опускаемого оборудования.

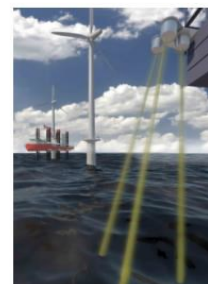


LevelSCOUT 2X используется для мониторинга и сбора данных в научно-исследовательских и коммерческих целях. Возможно использование в соленой или пресной воде для регистрации уровней и температуры воды на заболоченных территориях и в зонах приливов и отливов. Этот регистратор данных отличается высокой точностью и простотой использования, поскольку не требует обслуживания, а также системы осушения и вентиляционных трубок.



Применение: Для долгосрочного мониторинга уровня воды и температуры на глубине до 10 м на высоте не более 3000 м над уровнем моря, в проектах мониторинга подземных вод и оценки участков, для автоматизации сети мониторинга подземных вод, приливные исследования и дистанционный мониторинг уровня воды в открытых водоемах (реки, моря, озера, водохранилища), измерения расхода поверхностных вод, мониторинг водно-болотных угодий и ливневых стоков, мониторинг окружающей среды и экологический контроль, хранение и восстановление водоносных горизонтов, управление системой оповещения населения о ЧС при затоплении территорий (прорыв плотины, наводнение).

Флагманский волновой радар – это действительно уникальная система, т.к. Radac – единственная компания, которая выводит данную технологию на рынок. Он точно измеряет направление волны, высоту волны, период волны и течение. Прибор устанавливается на сухую конструкцию, в результате нет контакта с водой, минимальное техническое обслуживание и никакой (повторной) калибровки. Волномер 5 Direction – это простое в использовании, надежное устройство для измерения течения, направления волны, высоты волны и периода волны.



## **СЕКЦИЯ 2**

# **ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**



## О РЕЖИМАХ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ В ПРОШЛОМ И НАСТОЯЩЕМ

Аверьянова Е.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, РФ  
eisal@mail.ru

Термохалинная циркуляция (ТХЦ) - часть глобальной океанической циркуляции, которая обусловлена меридиональными градиентами плотности, создаваемыми потоками тепла и влаги на границе океан-атмосфера. ТХЦ является важнейшим фактором, оказывающим влияние на климат, она способствует смягчению термических контрастов между экватором и полюсом и регулирует климатическую изменчивость на масштабах от десятилетий до тысячелетий (Stocker, 2000). Меридиональная ячейка ТХЦ в Атлантике при современном климате выглядит следующим образом. В северной части Северной Атлантики формируются относительно холодные и плотные Североатлантические глубинные воды (САГВ). Скорость их продукции составляет  $18 \pm 5 \text{ Св}$  ( $1 \text{ Св} = 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ ). В Южном океане образуются еще более холодные и плотные Антарктические придонные воды (АДВ). Скорость их продукции в Атлантическом секторе составляет 2–5 Св. АДВ распространяются на север в абиссальной зоне океана, а САГВ – на юг в слое 2,5–3,5 км, расположенном над АДВ. Из-за большей (по сравнению с АДВ) скорости продукции САГВ в верхнем бароклинном слое формируется компенсационный перенос, направленный на север (Jacobs, 2004; Orsi, 1999; Talley et al., 2003). В последнее время возрос интерес к вопросу о стабильности термохалинной циркуляции в Северной Атлантике. В том числе это связано с результатами работ палеоклиматической тематики, подробный обзор которых будет произведен в докладе. В палеоклиматических исследованиях показано наличие резких изменений Атлантической ТХЦ в прошлом. Анализ различных типов палеоданных, охватывающих промежутки в 120 тыс. лет, свидетельствует о возможности существования в прошлом отличных от современного режимов ТХЦ Атлантического океана: холодного режима и режима Хайнриха (или так называемого «офф»-режима). Их реализация сопровождалась похолоданием климата, наиболее выраженным в Атлантико-Европейском регионе. При холодном режиме регион формирования САГВ смещался к югу по сравнению с современным и располагался южнее Гренландии в области субполярной Северной Атлантики. При этом САГВ не опускались так глубоко, как при современном режиме, они проникали не глубже 1,5–2 км. Как следствие, формировалась мелкая циркуляционная ячейка. При режиме Хайнриха (или off-режиме, подробности см. в разделе «Типы резких климатических событий и их особенности») в результате попадания в океан обломочного асбергового материала и последующего резкого опреснения в Северной Атлантике продукция САГВ значительно уменьшалась или прекращалась совсем. Это приводило к значительному ослаблению, или полному коллапсу меридиональной циркуляционной ячейки. Абиссальные части Атлантического бассейна при этом заполнялись глубинными водами Антарктического происхождения (Rahmstorf, 2002).

Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА-А19-119040490047-7.

Список использованной литературы:

- Stocker T.F. Past and future reorganizations in the climate system. // Quaternary Science Reviews. 2000. V. 19. № 1. P. 301–319.
- Talley L.D., Reid J. L., Robbins P. E. Data-based meridional overturning streamfunctions for the global ocean // J. Climate. – 2003. – 16, No 19. – P. 3213–3226.
- Jacobs S.S. Bottom water production and its links with the thermohaline circulation // Antarctic Sci. 2004. 16. No 4. P. 427–437.
- Orsi A.H., Johnson G.C., Bullister J. L. Circulation, mixing, and the production of Antarctic Bottom Water // Progr. Oceanography. – 1999. – 43, No 1. – P. 55–109.
- Rahmstorf S. Ocean circulation and climate during the past 120000 years // Nature. – 2002. – 419, No 6903. – P. 207–214.

## ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПОЛЯРНОМ ФРОНТЕ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Алимпиева М. А., Морозова С.В., Полянская Е.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»,  
Саратов, Россия  
swetwl@yandex.ru

Глобальное потепление, начало которого относят на конец XIX века, неоднородно по своей структуре. На фоне прогрессивного роста температур выделяются интервалы климатической изменчивости, получившие название первая волна глобального потепления, период стабилизации, вторая волна глобального потепления. С.В.Морозова (Морозова, 2019; Morozova et al., 2019) методом ступенчатого тренда с использованием критерия Колмогорова определила годы нарушения однородностей, ставшие объективно определенными границами интервалов. Дополнительное обоснование статистической значимости выделенных климатических периодов проведено методом доверительных интервалов с привлечением критерия Стьюдента. В табл. 1 показаны рассчитанные характеристики, демонстрирующие статистическую значимость изменения приповерхностной температуры воздуха Северного полушария.

Таблица 1 – Оценка статистической значимости изменений аномалий средней годовой температуры Северного полушария

Периоды, гг.	Статистические характеристики значимости изменений			Доверительные интервалы
	$\alpha$	$\bar{x}$	$\sigma$	
1) первая волна (1900 – 1943)	0,0163	-0.185	0.194	[-0,240; -0,130]
2) стабилизация (1944 – 1974)	-0,0058	-0.020	0.124	[-0,078; 0,038]
3) вторая волна (1975 – 2016)	0,0240	0.356	0.320	[0,273; 0,439]

Полярный фронт – переходная зона между умеренной и тропической воздушными массами, состоящая из отдельных ветвей. В настоящей статье рассматривается циклоническая деятельность на восточно-европейской ветви этого фронта. По данным о температуре воздуха у земной поверхности (реанализ ERA-INTERIM) определено среднее многолетнее положение ветви этого фронта в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления для летних месяцев.

Среднее многолетнее положение ветви этого фронта во все летние месяцы различается в два исследуемых климатических периода. Если в период стабилизации ветвь этого фронта была направлена с Балканского полуострова на юг Урала так, что траектории циклонов проходили по континентальному югу ЕЧР, и циклоны таким образом выходили на Поволжье, и увлажняли эту территорию, то во вторую волну глобального потепления ветка полярного фронта проходит южнее. В связи с этим траектории циклонов проходят по северному побережью Черного моря, оставляя запасы влаги на этой территории, тем самым способствуя более частому формированию засушливых условий на Нижней и Средней Волге. Указанная особенность нашла отражение в характере поля средней тропосферы (рис.1), где над Поволжьем имеет место очаг положительной аномалии геопотенциала

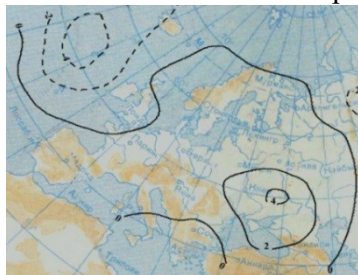


Рисунок 1 – Аномалия поля геопотенциала AT-500 гПа (июль, 1998 – 2015 гг.)

Список использованной литературы:

Морозова С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов. Изд-во СГУ. 2019. 132 с.

Morozova S.V., Polyanskaya E.A., Kononova N.K., Molchanova N.P., Solodovnikov A.P. Peculiarities of the global climate tendencies in the south-east Russian plains // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 381. 2019. <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/381/1>

## МОНИТОРИНГ ПРИЗЕМНОГО КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ

Аржанова Н.М., Давлетишин С.Г., Деметьева Т.В., Клещенко Л.К., Коршунова Н.Н.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической  
информации – Мировой центр данных», г. Обнинск, Россия  
wdcb@meteo.ru

Задача мониторинга климата является важной составной частью Всемирной климатической программы, выполняемой под эгидой Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) при поддержке ЮНЕП и других межправительственных организаций в рамках Всемирной программы климатических данных и мониторинга климата.

В ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета работы по мониторингу характеристик приземного климата ведутся на протяжении многих лет. Разработаны и утверждены методики мониторинга снежного покрова и приземного ветра. Подготовлена методика мониторинга продолжительности солнечного сияния. В настоящее время разрабатывается методика мониторинга гололедно-изморозевых отложений. Разработанные методики позволяют оценить как текущее состояние характеристик климата, так и выявить тенденции их изменения.

Информационная база мониторинга подразделяется на исторические ряды, оперативные данные и нормативные характеристики. Исторические ряды выбранных климатических параметров сформированы во ВНИИГМИ-МЦД на основе данных Госфонда гидрометеорологической информации. Реплики исторических рядов в виде специализированных массивов размещены в свободном доступе на официальном сайте ВНИИГМИ-МЦД. Оперативные данные поступают по каналам связи. В состав информационной базы также включены временные ряды характеристик, осредненных по территории России и по территории квазиоднородных климатических регионов.

В состав материалов мониторинга входит иллюстративный материал (карты, графики, таблицы) и подготовленный на его основе текст, содержащий анализ текущих аномалий климатического режима и наблюдаемых климатических изменений. Результаты мониторинга помещаются в ежегодном Докладе Росгидромета об особенностях климата на территории РФ, а также как российский вклад в различных изданиях, выпускаемых под эгидой ВМО. В более полном объеме они представлены на официальном сайте ВНИИГМИ-МЦД в разделе «Справочная информация о погоде и климате». В качестве примера на рисунке приведены многолетние ряды, полученные для *Annual Bulletin on the Climate in WMO Region VI – Europe and Middle East – 2020*.

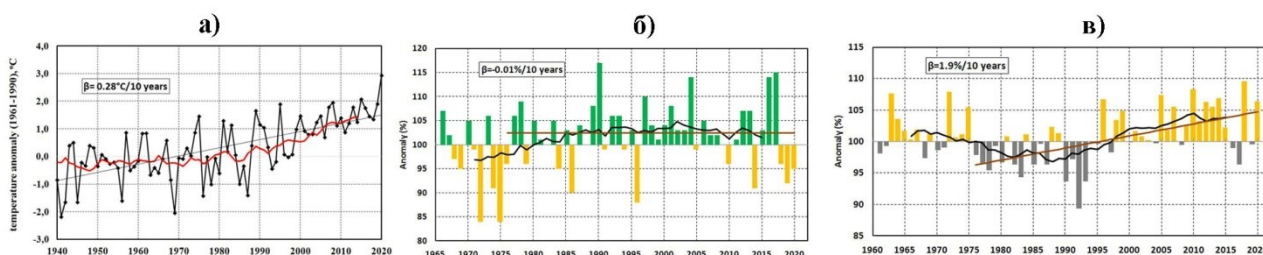


Рисунок 1 – Многолетние ряды аномалий среднегодовой температуры приземного воздуха (а), годовой суммы атмосферных осадков (б) и продолжительности солнечного сияния (в), осредненных по европейской территории России.

Наблюдаемые изменения климата характеризуются изменением частоты экстремальных явлений. В рамках данного исследования анализировались ряды с числом дней за сезон, когда значение метеорологического параметра попадает в 95% или 5% квантили. Кроме того, рассматривались индексы экстремальности, рекомендованные ВМО для использования в исследованиях по обнаружению изменений климата, такие как продолжительность волн тепла, повторяемость теплых ночей, максимальное число последовательных «сухих» дней, доля интенсивных осадков и др.



## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ СОБЫТИЙ ЭЛЬ-НИНЬО И ЛА-НИНЬА К КОНЦУ XXI ВЕКА ПО МОДЕЛЯМ ПРОЕКТА CMIP6**

*Афанасьева В.В., Воскресенская Е.Н., Марчукова О.В.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

afanasyeva.vladlena@mail.ru

Несмотря на теоретические исследования и обширный статистический материал, полученный с помощью наблюдательной системы, остаются нерешенными вопросы, касающиеся механизма, эволюции, предсказуемости событий Эль-Ниньо – Южное Колебание (ЭНЮК) и их дальних связей. Климатические модели проекта CMIP6 позволяют воспроизвести не только климатические поля и годовой цикл, но также межгодовую изменчивость гидрометеорологических характеристик в тропиках без коррекции потоков тепла и влаги на границе океан – атмосфера.

Открытым является вопрос качества выявления моделями CMIP6 явлений ЭНЮК. Так как до конца не известен «спусковой» механизм образования этого феномена, интересно было бы сравнить, как в некоторых моделях решена задача воспроизведения периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Равным образом, важно, могут ли модели спрогнозировать события на ближайшее будущее в условиях изменения климата и выявить взаимосвязи между событиями ЭНЮК и антропогенным воздействием. Поэтому цель настоящей работы – это сравнение результатов воспроизведения Эль-Ниньо и Ла-Нинья по моделям проекта CMIP6 и определение возможных прогнозируемых оценок воспроизведения этих событий к концу XXI века.

Для выполнения поставленной цели было выбрано 3 климатических модели проекта CMIP6 с портала ESGF (Earth System Grid Federation): KIOST-ESM, MIROC-ES2L, INM-CM4-8. С помощью пакетов MATLAB и EXCEL был рассчитан индекс Nino 3.4 за исторический период с 1950 по 2014 гг. Для выделения событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья по модельным данным проекта CMIP6 был выбран оптимальный критерий, при котором пороговое значение аномалии поверхностной температуры океана (ТПО) составило  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  в районе Nino 3.4, а минимальная продолжительность – 5 месяцев. Аномалии ТПО рассчитывались для всех массивов относительно периода с 1950 по 2014 гг. и в дальнейшем для периода с 2021 по 2100 гг. с исключением сезонной изменчивости. Полученные данные сравнивались с глобальным массивом данных ERSSTv5. Для более детального изучения каждого отдельного события были созданы сравнительные таблицы с категориями «годы события», «продолжительность», «месяц начала» и «интенсивность». Полученные результаты позволили выявить особенности прогнозирования моделей.

В ходе исследования, на основании сравнительного анализа исторического ряда данных, было выявлено, что модели KIOST-ESM, MIROC-ES2L и INM-CM-4-8 не могут четко спрогнозировать возможные события ЭНЮК, однако углубленный анализ отдельных событий показал, что иногда данные моделей совпадали с реальными данными по всем категориям.

Был рассчитан индекс Nino 3.4 за период с 2021 по 2100 гг. по оптимальному (SSP2-4.5) и крайне неблагоприятному (SSP5-8.5) социально-экономическим вариантам развития общества, созданы графики и выделены линейные тренды для иллюстрации динамики возникновения событий ЭНЮК. Созданы количественные таблицы выявленных событий за исторический период и в период с 2021 по 2100 гг. по данным сценариев SSP.

Климатический прогноз в рамках проекта CMIP6 полей аномалий ТПО в 21 веке показал, что в следующие 79 лет возможное количество ЭН и ЛН по сценарию SSP2-4.5 составят 8 и 7 событий по данным модели INM-CM-4-8, 18 и 19 событий по модели MIROC-ES2L, 29 и 24 события по модели KIOST-ESM. По сценарию SSP5-8.5 количество ЭН и ЛН составят 12 и 4 события по данным модели INM-CM4-8, 19 и 22 события по данным MIROC-ES2L, 25 и 25 событий по данным модели KIOST-ESM.



## **ВЕКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА И УРОВНЯ МОРЯ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ**

*Большаинов Д.Ю.*

ФГБУ «ААНИИ» Санкт-Петербург, Россия

*bolshyanov@aari.ru*

Современные климатические прогнозы на ближайшие десятилетия создаются математическим моделированием с исходной позицией о решающем влиянии на климат антропогенной деятельности. Все климатические сценарии будущего рассчитываются из базового положения о том, что изменения климата всецело происходят при решающем значении изменения концентрации парниковых газов в атмосфере, а главными ведущими парниковыми газами являются углекислый газ и метан. Не соглашаясь с такой позицией хотя бы из основного положения о том, что главным парниковым газом являются пары воды, которые в прогнозах климата вообще не рассматриваются и пониманием того, что современное потепление климата в Арктике происходит в основном в результате адвекции тепла, запасённого в водах и воздухе низких широт под действием солнечной радиации (Alekseev et.al., 2019; Alekseev et.al., 2020); мы придаём ведущую роль в современных изменениях климата периодическим его изменениям, без знания которых предвидеть будущие флуктуации климата и уровня моря невозможно и связываем изменения климата с колебаниями инсоляции, а изменения уровня моря не с таянием ледников, а с действием внутренних сил Земли, зависящих от её движения по орбите и влияния гравитационного поля планет и солнца. В настоящее время причины колебаний климата и уровня Мирового океана остаются невыясненными, но знание длительных рядов изменения метеопараметров и уровня моря является необходимым условием для успешного понимания и прогнозирования состояния природной среды. Палеоклиматические построения, таким образом, являются необходимым условием успешного прогноза изменений природной среды. В докладе представлены палеоклиматические построения и палеоуровневые данные для полярных областей Земли в течение последних столетий и тысячелетий. Эти построения показывают далеко не синхронные колебания климата в масштабе столетий и тысячелетий не только для Арктики и Антарктики, но и для разных провинций арктического холодного пояса Земли, и даже внутри арктических провинций (Палеоклимат..., 2019). Колебания уровня моря на протяжении последних тысячелетий (голоцен) и столетий, в отличие от традиционного понимания были значительными и неоднократными, что заставляет более внимательно изучать эти колебания, чтобы избежать рисков для части человечества, проживающей в прибрежных частях материков и на островах.

Список использованной литературы:

Alekseev G, Kuzmina S, Bobylev L, Urazgildeeva A, Gnatiuk N. Impact of atmospheric heat and moisture transport on the Arctic warming // *Int. J Climatol.* 2019. P. 1—11. <https://doi.org/10.1002/joc.6040> 4 С.

Alekseev G.V., Glok N.I., Vyazilova A.E. and Kharlanenkova N.E. Climate change in the Arctic: causes and mechanisms. IOP Conference Series, EES 606, EESE6061(002).

Палеоклимат полярных областей Земли в голоцене. Под ред. Большаинова Д.Ю., Веркулича С.Р. СПб: ААНИИ. 2019. 204 с.

## **ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЧИВОСТИ КИСЛОРОДА В ОБЛАСТИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ЧЕРНОГО МОРЯ**

*Валле А.А.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
ogorodovaa.a@mail.ru

В связи со сложившимися неблагоприятными экологическими условиями важным представляется постоянный мониторинг за тенденциями изменения кислородного режима Черного моря. Известно, что гидрохимические характеристики Черного моря подвержены низкочастотным изменениям с характерным периодом в несколько десятков лет (Полонский, Котолупова, 2019). Изучение долгопериодной изменчивости поля кислорода в Черном море позволяет проанализировать изменения климата в данном регионе. В большинстве работ используются данные наблюдений за разные периоды, что не позволяет получить полное описание изменчивости растворенного кислорода на временном масштабе (Добржанская, 1967).

Долгопериодные исследования о гидрохимическом состоянии в области западного и восточного круговорота отсутствуют. В связи с этим был проведен анализ тенденций растворенного кислорода на горизонте 100 м в области западного и восточного круговоротов Черного моря, а также в районе свала глубин в северо-западной части и в восточной части в районе Батумского антициклона. Для анализа использовались судовые данные и данные с буев-профилируемых Argo с 1955 по 2020 гг. из банка данных института Природно-технических систем.

Поле проинтерполированных значений кислорода в узлы регулярной сетки во всем анализируемом слое показывает, что имеется ярко выраженное увеличение кислорода от глубоководной части к берегам. Полученное пространственное распределение обусловлено наличием Основного Черноморского течения (ОЧТ). ОЧТ образует замкнутый циклонический круговорот, способствующий интенсификации подъёма глубинных вод в центре и опусканию на периферии, выносящего в окрестность холодного промежуточного слоя воды с более низким содержанием кислорода.

Долгопериодная изменчивость растворенного кислорода для западного и восточного районов характеризуется следующими особенностями. Небольшое повышение кислорода в западной части циклонического круговорота начинается с 1955 по 1965 гг., затем до 2020 гг. идет монотонное понижение. А в восточной части круговорота наблюдается постоянное понижение концентрации кислорода. В области свала глубин, как и в области Батумского антициклона наблюдается рост концентрации кислорода. В результате расчетов оказалось, что линейный тренд в западном и восточном круговоротах отрицательно направлены и значимы на 99% уровне, а в районе свала глубин и Батумского антициклона линейный тренд положительно направлен, но не значим. А параболический тренд, напротив, значим на доверительном уровне 99 % в районе Батумского антициклона и 98% в районе свала глубин. Вертикальная стратификация верхнего 50 – 100 м слоя значимо возросла с середины 20-го века. Главной причиной является понижение солёности верхнего перемешенного слоя и её повышение в области промежуточных вод, что и привело к ослаблению вертикального перемешивания вод и понижению интенсивности обновления холодного промежуточного слоя.

### Список использованной литературы:

Полонский А.Б., Котолупова А.А. Долгопериодная изменчивость растворенного кислорода и температуры верхнего слоя вод Черного моря //Океанология. – 2019. – Т. 59. – №. 1. – С. 22-32.

Добржанская М.А. Закономерности пространственного распределения кислорода на различных глубинах Черного моря. в сб: океанографические исследования черного моря. К.: Наук. думка. 1967. с. 154 – 169.

**ОЦЕНКА ТЕКУЩИХ И БУДУЩИХ УСЛОВИЙ ТЕПЛО- И  
ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА  
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ВИНОГРАДА**

*Вышкваркова Е.В.<sup>1</sup>, Рыбалко Е.А.<sup>2</sup>, Марчукова О.В.<sup>1</sup>, Баранова Н.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский национальный научно-исследовательский институт  
виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, г. Ялта, Россия

aveiro\_7@mail.ru

Виноградарство относится к перспективным отраслям сельского хозяйства в Севастопольском регионе. Основными предпосылками развития в Севастопольском регионе виноделия мирового уровня являются климатические и рельефные особенности территории региона, позволяющие получать широкую палитру вин высокого качества. Анализ теплообеспеченности и агроклиматических индексов показал возможность выращивания сортов винограда от очень раннего до позднего сроков созревания. Полученные тенденции роста гелиотермических индексов и уменьшение количества осадков приведут к изменениям условий и смещению зон с благоприятными условиями для выращивания винограда. На основании данных о морозоопасности и теплообеспеченности проведено микроклиматическое районирование Севастопольского региона. Выделены тринадцать экотопов, описаны их агроклиматические условия и подобраны оптимальные сорта винограда (Vyshkvarkova et al., 2020).

Для оценки условий теплообеспеченности в будущие периоды использован ансамбль из региональных климатических моделей из проекта EURO-CORDEX для двух репрезентативных траекторий концентрации парниковых газов (RCP4.5 и RCP8.5). Полученные результаты агроклиматических условий указывают на дальнейшее потепление в будущие периоды при обоих RCP. В текущих климатических условиях и в первый будущий период (2021–2046) территория Севастопольского региона представляет собой винодельческий район с хорошим потенциалом. Во второй будущий период, особенно при пессимистичном RCP8.5, доминирующие классы индексов смещаются в сторону более высоких (теплых) интервалов, что, по-видимому, будет создавать дополнительный тепловой стресс для растений (Vyshkvarkova and Rybalko, 2021).

В работе по данным результатов моделей проекта CMIP6 получены оценки возможных изменений условий влагообеспеченности региона к середине и концу 21 века. Для этого использованы два индекса – гидротермический коэффициент и индекс сухости. Результаты показали увеличение площади региона с показателями ГТК менее 0,6, что свидетельствует об увеличении засушливости региона. В будущие периоды Севастопольский регион по значениям ГТК остается в зоне при котором возделывание винограда возможно без искусственного орошения. По нашим расчетам регион в будущие периоды будет находиться в классе умеренно сухо по значениям индекса сухости при обоих сценариях (Vyshkvarkova et al., 2021).

В тезисах представлены результаты исследований, полученных в рамках проекта РФФИ и Департамента образования и науки г.Севастополя № 20-45-920008 «Воздействие изменения климата на виноградарство в Севастопольском регионе».

Список использованной литературы:

Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A., Baranova N.V., Voskresenskaya E.N. Favorability Level Analysis of the Sevastopol Region's Climate for Viticulture // *Agronomy*. – 2020. – 10. – 1226. doi:10.3390/agronomy10091226.

Vyshkvarkova E., Rybalko E. Forecast of Changes in Air Temperatures and Heat Indices in the Sevastopol Region in the XXI Century and Their Impacts on Viticulture // *Agronomy*. – 2021. – 11. – 954. doi.org/10.3390/agronomy11050954.

Vyshkvarkova E., Rybalko E., Marchukova O., Baranova N. Assessment of the Current and Projected Conditions of Water Availability in the Sevastopol Region for Grape Growing // *Agronomy*. – 2021. – 11. – 1665. doi.org/10.3390/agronomy11081665.

## ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫПАДЕНИЯ СЕРЫ ОТ ЗАРУБЕЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ТЕРРИТОРИЮ РОССИИ ВСЛЕДСТВИЕ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА ЗА 1997 – 2017 ГГ.

Галушин Д.А.<sup>1,2</sup>, Громов С.А.<sup>1,3</sup>, Авдеев С.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт Глобального Климата и Экологии им. ак. Ю.А.Израэля, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБУН Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия  
galushin2012@yandex.ru, gromov.igce@gmail.com, avdeev@rgau-msha.ru

Одним из основных источников базовой информации для оценки загрязнения атмосферы и окружающей среды на территории действия Конвенции ЕЭК ООН по трансграничному переносу загрязнений являются результаты расчетов потоков соединений серы в рамках выполнения программы ЕМЕП (Klein, 2020).

Целью работы является оценка тенденций изменения выпадения соединений окисленной серы (диоксид серы и сульфат) на территорию России за период 1997-2017 гг. от зарубежных источников по результатам многолетнего моделирования в программе ЕМЕП. Для анализа были использованы данные «source-receptor», предоставляемые в форматах электронных таблиц на официальном сайте ЕМЕП. Выпадения серы вследствие трансграничного переноса от основных «стран-вкладчиков» в процентах от общего потока представлены на рисунке 1.

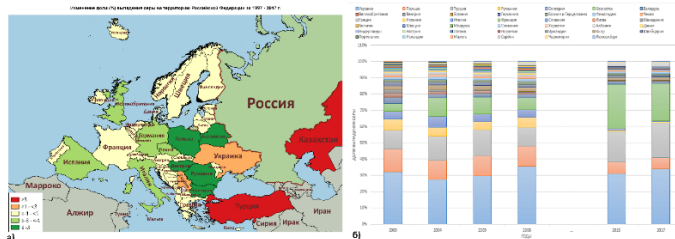


Рисунок 1 – Изменения доли выпадения серы от стран источников за 1997 – 2017 гг. (а) и его динамика за 2003 – 2017 гг. (б).

Основными «странами-вкладчиками» в выпадения серы на Европейской территории РФ являются: Украина (1309 – 1696 кт), Турция (615 – 1064 кт), Казахстан (259 – 1160 кт) и Польша (299 – 738 кт). Трансграничное суммарное выпадение серы для территории России варьируется от 5925 кт в 2004 г. до 4221 кт в 2017 г. За период с 1997 по 2017 гг. доля загрязнения от источников, расположенных в пределах Евросоюза, снижается ( $\geq 3\%$ ), и наблюдается рост вклада от стран, которые граничат с Россией (до 19%).

Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)»

Список использованной литературы:

Klein H., Gauss M., Nyiri A., Tsyro S., Fagerli H. and Wind P. Transboundary air pollution by sulphur, nitrogen, ozone and particulate matter in 2018. The Russian Federation. MSC – W Data Note 1/2020. Norwegian Meteorological Institute.

**ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ pH ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД  
ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ ЗА ПЕРИОД С 1977 ПО 2020 гг.**

Гребнева Е.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Lenagrebneva12@gmail.com

Моря и океаны играют ключевую роль в глобальном углеродном цикле, в основном поглощая CO<sub>2</sub>. За последние 200 лет Мировой океан уже абсорбировал из атмосферы около трети всех выбросов двуокси углерода, связанных с деятельностью человека. Каждый год океан продолжает поглощать порядка 30% углекислого газа, объемы которого неуклонно растут (Gattuso, 2011; Polonsky, 2013). Это приводит к снижению значения pH верхнего слоя вод, иными словами, происходит закисление океана. Процесс повышения кислотности воды оказывает негативное влияние на морские экосистемы. Изучению тенденций изменения pH в океанических водах в настоящее время уделяется большое внимание. По данным разных авторов за последние приблизительно 100 лет величина pH поверхностных вод Мирового океана снизилась примерно с 8,25 до 8,14. (Gattuso, 2011; Ries, 2011; Schulz, 2009). В водах Северной Атлантики с 1993 по 2017 гг. величина pH снижается со скоростью -0,017 ед. pH за десятилетие (Leseurre, 2020). Черное море является внутренним бассейном Атлантического океана. Долгопериодные тренды значения pH в водах Черного моря по данным многолетних наблюдений проанализированы лишь в единичных работах (Polonsky, 2012; Симонов, 1992; Полонский, 2019). Что касается межгодовой изменчивости, происходящей на фоне интенсивных сезонных вариаций, то она малоизучена. В связи с этим, в настоящей работе, по архивным данным Института природно-технических систем, рассчитан временной ряд pH поверхностного слоя глубоководной части Черного моря для периода с 1977 по 1996 г. с последующей декомпозицией ряда. По результатам декомпозиции выполнен прогноз (экстраполяция) временного ряда ежемесячных значений pH с 1996 до 2020 г. и его верификация по данным полевых исследований 2019-2020 гг.

Полученные результаты показали, что тенденция изменений значений pH в поверхностном слое глубоководной части Черного моря близка к тенденциям, наблюдаемым в других регионах открытых частей Мирового океана. Значения pH снижались за период с 1977 по 2020 год со средней скоростью около 0,009 единиц pH / 10 лет. В межгодовых вариациях pH выделяются две квазипериодические составляющие изменчивости. Их периоды составляют около 6,7 и 2,5 года. Наиболее вероятно, что основная причина такой квазипериодической изменчивости величины pH в верхнем слое открытой части Черного моря связана с вариациями атмосферных осадков, обусловленной изменениями циклонической активности в Атлантико-Европейском секторе, включая Черноморский регион, в различные фазы климатических мод в системе океан-атмосфера (в частности, САК).

Экспедиционные данные, полученные в 2019 и 2020 гг., в целом подтверждают выделенные тенденции.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 0012–2019–0002) при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-45-920014).*

Список использованной литературы:

Gattuso, J.-P., Hansson, L. Ocean acidification: background and history // Ocean Acidification. Oxford University Press, Oxford, 2011. P. 1–20.

Polonsky A.B. pH variability in the Black Sea waters in the 20th century: is the acidity of sea water increasing? // Reports of the National Academy of sciences of Ukraine. 2012. № 2. P. 146–149. (in Russian)

Ries, J.B. Skeletal mineralogy in a high-CO<sub>2</sub> world // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2011. V. 403. P. 54–64.

Schulz K.G., Barcelos e Ramos J., Zeebe R.E. et al. CO<sub>2</sub> perturbation experiments: similarities and differences between dissolved inorganic carbon and total alkalinity manipulations // Biogeosciences. 2009. No 6. P. 2145–2153. doi:10.5194/bg-6-2145-2009.

Leseurre C., Monaco Cl. Lo, Reverdin G. et al. Ocean carbonate system variability in the North Atlantic Subpolar surface water (1993–2017) // Biogeosciences, 17, 2553–2577, 2020

Симонов А.И., Альтман Э.Н. Гершанович Д.Е. (ред.) Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. СПб: Гидрометеоздат, 1992. Т. 4: Черное море, вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. 220 с.

## **ПЕРЕХОД К АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В УСЛОВИЯ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

*Евстигнеев В.П.<sup>1,2</sup>, Наумова В.А.<sup>1,2</sup>, Воронин Д.Ю.<sup>2</sup>, Кузнецов П.Н.<sup>2</sup>, Евстигнеев М.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
vald\_e@rambler.ru

На современном этапе развития общества, экономики и научно-технического прогресса эффективное планирование и управление экономически значимыми территориями критически связано с пониманием их уязвимости и подверженности погодно-климатическим рискам особенно в условиях меняющегося климата. Анализ подверженности рискам и адаптационных возможностей территорий открывает перспективу научно-обоснованного проактивного планирования и/или управления. Оно заключается в том, что реагирование системы управления возникает не в момент возникновения риска, а с некоторым упреждением на базе совокупности сценариев ожидаемых изменений в окружающей среде с достаточной степенью детализации по времени и по пространству. По пространству достаточным может считаться субмезомасштабный-мезомасштабный масштабы, по крайней мере, для воспроизведения состояния окружающей среды в городских агломерациях.

Информационной основой для формирования такого банка сценариев служат данные системы климатического мониторинга (СКМ) того или иного региона. Измерения на станциях, проводимые национальными гидрометеорологическими службами, являются, вообще говоря, довольно редкими и не освещают события с достаточной пространственной детализацией. На практике высокая стоимость обслуживания метеорологических станций ограничивает плотность метеорологической сети и приводит к идее создания отдельной сети измерительных датчиков. Таким образом, взгляд на динамику и сущность существующих СКМ приводит к идее того, что она должна обладать признаками адаптивной системы как по своей структуре, так и по условиям своего функционирования. На «языке» теории управления СКМ должна трансформироваться в адаптивную самонастраивающуюся и самоорганизующуюся систему. В докладе представлены основные предпосылки и обоснование такой трансформации системы климатического мониторинга.

Работа выполнена при поддержке СевГУ (проект №35/06-31), а также частично при поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках проекта № 20-47-920006.

## **ОЦЕНКА ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ**

*Евстигнеев В.П.<sup>1,2</sup>, Наумова В.А.<sup>1,2</sup>, Воронин Д.Ю.<sup>2</sup>, Кузнецов П.Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
vald\_e@rambler.ru

Сегодня погода и климат оказывает существенное влияние на общество и выступает в роли одного из ключевых негативных факторов развития экономики вследствие участвовавших случаев экстремальных погодных условий. За последние 20 лет в России участились опасные гидрометеорологические явления погоды. Согласно открытым ежегодным обзорам Росгидромета, ущерб от опасных гидрометеорологических явлений оценивается примерно в 0.5-1% ВВП России в год. Не последнюю роль в этом играет интенсификация опасных явлений вследствие глобального изменения климата. Методически оценка рисков от ОЯ связана с оценкой уязвимости объектов экономической деятельности критическому воздействию и подверженности территории исследуемого региона такому воздействию со стороны ОЯ.

В работе исследуются вопросы влияния ОЯ применительно к территории Крымского полуострова. Выборка ОЯ проводилась согласно принятым в Росгидромете критериям. При исследовании не рассматривались такие явления как сильная жара/мороз, аномально-жаркая/холодная погода, заморозки и засухи, анализу которых должна быть посвящена отдельная работа. Для Крыма в многолетнем ходе числа случаев ОЯ за период 1976-2020 гг. прослеживается незначимый положительный тренд, оцениваемый примерно в +5% случаев за 10 лет (по отношению к среднему числу ОЯ) и обусловленный, прежде всего, аналогичным по знаку, но существенно значимым трендом в ОЯ сильных осадков +14% случаев / 10 лет. На этом фоне в ряду ОЯ сильного ветра отмечен значимый отрицательный тренд в повторяемости. Формирование штормовых погодных условий в Азово-Черноморском регионе, происходит под влиянием барических образований в приземном слое атмосферы. Наибольший вклад в формировании опасных явлений в регионе оказывают южные циклоны, чаще всего обуславливающие сильные осадки. При этом примерно в половине всех случаев ОЯ сильных осадков во все сезоны кроме зимы основным районом зарождения циклона являлся Азово-Черноморский бассейн. Вклад северо-западных («ныряющих»), как и Атлантических циклонов в формирование ОЯ несущественный.

На основе статистики повторяемости ОЯ в работе рассчитана уязвимость территории к опасным явлениям в соответствии с методикой, представленной в (Кобышева и др., 2020). Для этого использовался объективный показатель уязвимости, выраженный в виде функции от времени действия ОЯ, коэффициента агрессивности ОЯ, площади воздействия ОЯ и некоторых социально-экономических показателей региона.

Работа выполнена при поддержке СевГУ (проект №35/06-31), а также частично при поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках проекта № 20-47-920006.

Список использованной литературы:

Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Пигольцина Г. Б., Ключева М. В., Разова Е. Н., Шанина И. Н., Фасолько Д. В. Методическое руководство по оценке и управлению погодно-климатическими рисками и разработке адаптационных мер с экономическим обоснованием их применения в хозяйственной и социальной сферах// Труды ГГО. – 2020. – №. 598. – С. 5–136.

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК СУБАРКТИКИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ**

*Китаев Л.М.<sup>1</sup>, Алешина М.А.<sup>1,2</sup>, Туткова Т.Б.<sup>1</sup>, Бокучава Д.Д.<sup>1,2</sup>, Варенцова Н.А.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Центральное УГМС, 127055, Москва, Россия

lkitaev@mail.ru

На основе анализа данных наблюдений метеорологических станций (1966-2018 гг.) определены различия в пространственном распределении гидрометеорологических характеристик зимнего периода для бассейнов рек Онеги, Северной Двины, Мезени и Печоры – постепенное снижение к востоку средних зимних температур воздуха и осадков при значительных снеготопках в предгорьях Урала и увеличении к востоку объемов весеннего половодья.

Значимые многолетние положительные тенденции изменений приземной температуры воздуха мало различаются по территории, положительные тенденции осадков отмечаются только на западе региона, в бассейнах рек Онеги и Северной Двины. Отсутствие значимых тенденций в многолетних изменениях слоя стока весеннего половодья рек отличает исследуемый регион от центра и юга Восточно-Европейской равнины, где на фоне многолетнего потепления, в том числе в зимний период, происходит многолетнее снижение объемов весенних паводков.

Существенных регрессионных зависимостей изменчивости снеготопок от изменений приземной температуры воздуха и осадков не обнаружено (коэффициенты корреляции менее 0.3), равно как не наблюдается тесной зависимости многолетних изменений слоя стока весеннего половодья от хода снеготопок и метеорологических характеристик. Средние по тесноте корреляционные зависимости (коэффициенты корреляции 0.4-0.5) получены для многолетних изменений хода метеорологических характеристик и слоя весеннего половодья с ходом средних за январь и март циркуляционных индексов NAO и Scand. На основе анализа разностных интегральных кривых определены долгосрочные периоды однородных изменений в ходе гидрометеорологических характеристик и слоя весеннего половодья – в целом для них в период 1966-2018 гг. имеются ветви снижения и роста с точками перелома во второй половине 1980х- начале 1990-х гг. при переломных точках в ходе индексов NAO и Scand в 1978/1979 гг. и с уменьшением интенсивности их изменений после 1995 года.

Оценены особенности изменений снежного покрова, как связующего звена в изменениях климата и гидрологического режима: показано отсутствие значимых многолетних тенденций при отсутствии таковых для осадков и многолетнем повышении приземной температуры воздуха; не обнаружены тесные регрессионные связи с многолетними изменениями приземной температурой воздуха, осадками, индексами атмосферной циркуляции и слоем стока весеннего половодья; выявлены ветви снижения и увеличения разностных интегральных кривых с точками перелома в 1980-х годах, что в целом соответствует изменениям остальных исследуемых характеристик.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и БРФФИ в рамках научного проекта 20-55-00007, а также при поддержке темы 0148-2019-0009 «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук.



## ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАРМОНИИ И ЗДОРОВЬЯ

Климов В.В.

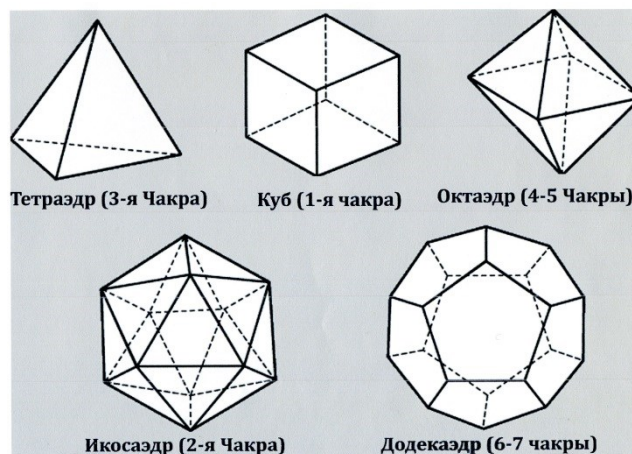
Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва  
Klimov47@list.ru

За последние 50 лет человечество столкнулось с новыми опасными проявлениями, которые напрямую связаны с технической деятельностью самого человека. Одна из самых больших опасностей человека – это электромагнитные поля, которые вызывают дополнительную ионизацию плазмы крови, изменяют проводимость клеток, эритроцитов и лимфоцитов, оказывают на организм огромное негативное воздействие. Суммарная напряжённость ЭМП в различных точках Земли увеличилась в 10000 - 1000000 раз. ЭМП взаимодействует с полем организма и подавляет его. В результате этого поле организма искажается, что приводит к искажениям клеточного обмена, иммунодефициту и заболеваниям. Таким специфическим заболеванием является электроситет. В скандинавских странах им страдает более 300 тысяч человек. В российском же реестре заболеваний такое заболевание вообще не значится.



Защита В. Е. Шубина подавляет излучение в наиболее опасном диапазоне (42 – 68 ГГц).

На рисунке представлены Платоновы фигуры, работающие на защиту определённой чакры.



На свойстве воды реагировать на различные звуки основано лечение болезней цифровыми кодами. Приводятся методы по установке биополя любого объекта в правильную полярность. Это приводит к мгновенному удалению из него негативной информации, что позволяет выявлять и устранять причины заболеваний, недоступные для других методов.

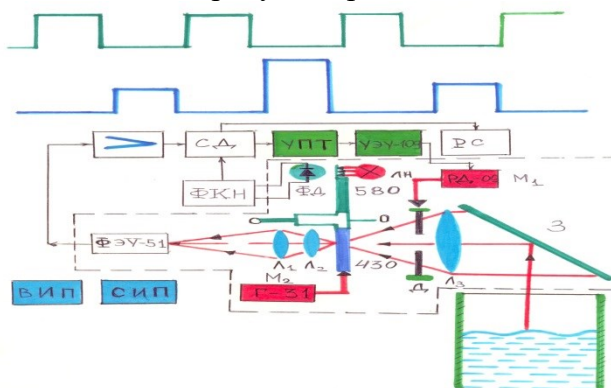
Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00443\_а.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ БАЙКАЛА, ЯПОНСКОГО МОРЯ И ТИХОГО ОКЕАНА

Климов В.В.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва  
Klimov47@list.ru

Задача обнаружения аномалий в верхнем слое океана актуальной задачей рационального природопользования. Специфика задачи определяется неоднородностью и нестационарностью среды, обнаружение в которой возможно, как правило, по косвенным признакам. Сбор фактического материала о морской среде и анализ его на основе специализированных методов имеет первостепенное значение. Такое исследование было проведено по оценке структуры “пятен” фитопланктона. На рисунке представлена схема бортовой установки.



Функционирование спектрофотометра рассчитано на обучение, которое представляет собой процедуру измерения спектров и одновременное независимое измерение содержания химических элементов в водной среде. В результате формируется банк эталонов, сопоставление с которыми обеспечивает решение задачи идентификации. В частности, такое сопоставление может реализовываться в рамках расчета отклонения измеренного спектрального образа объекта от имеющихся в памяти компьютера эталонов.

Диапазон применения такого спектрофотометра достаточно широк. Он может применяться в различных областях, где требуется оценить качество водного раствора или выявить присутствие в водной среде определенного набора химических элементов. Эти задачи адаптивный идентификатор решает в режиме непрерывного наблюдения за водной средой. Установленный для стационарного измерения он позволяет следить за динамикой качества воды в потоке, а при размещении на борту судна пространственные характеристики объекта.



Особый интерес в биологических и гидрофизических исследованиях океана представляет задача обнаружения взвеси или растворенных в воде веществ и определения их концентрации оптическими методами. В результате на борту НИС был получен ряд характеристик пятен фитопланктона по разрезам Японского моря, Сангарского пролива и Тихого океана.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00443\_а.

**ПРОГНОЗ ОТКЛИКА ЛИНЕЙНЫХ ПРИРОСТОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ**

*Кухта А.Е.<sup>1</sup>, Максимова О.В.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ «ИГКЭ», Москва, Россия

<sup>2</sup> НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

*anna\_koukhata@mail.ru*

В последние десятилетия пристальное внимание исследователей – климатологов и экологов – приковано к Арктике, так как изменение климата в регионах Арктики наиболее выражено по сравнению с другими территориями РФ. По данным наблюдательной сети Росгидромета в последние годы в Арктической зоне России отмечается скорость роста среднегодовой температуры с опережением глобального уровня потепления, которому сопутствует целый ряд экологических, медицинских и экономических проблем. В связи с этим возрастает актуальность развития методологии осуществления прогностической оценки изменений параметров арктических климатических областей ЕТР.

Для Арктического региона Европейской территории России проведена верификация глобальных климатических моделей проекта CMIP6 с данными реанализа ERA5. Выявлена наиболее точная модель, на основе которой сделан прогноз приземной температуры для месяцев июль-сентябрь в условиях двух сценариев: высоких выбросов SSP8.5 и низких SSP2.6. Полученные результаты дают представление о среднем потеплении в ближайшие 29 лет для этих месяцев на 2,7 °С по сравнению с периодом 1986-2018 гг. В Третьем отчете МГЭИК утверждалось, что моделирование климата является корректным лишь для достаточно крупных пространственных (вплоть до "субконтинентального") масштабов. Однако к настоящему времени глобальные климатические модели характеризуются в среднем более высоким пространственным разрешением и рядом усовершенствований в описании современного климата. Это позволяет проводить оценку воспроизводимости региональных характеристик климатических параметров глобальными климатическими моделями и давать их прогнозные оценки для регионов.

Исследован отклик приростов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Печоро-Илычского государственного природного заповедника на прогнозируемое потепление. Наибольший вклад в параметры приростов дают суммы температур предыдущего года во всех типах местообитаний заповедника. При прогнозируемых температурах можно ожидать увеличение значений линейных приростов. Параметры прироста сосны, породы-эдикатора большинства бореальных биогеоценозов, являются показателями состояния таёжных экосистем. Полученный результат свидетельствует о вероятном росте продуктивности фитоассоциаций региона в рассматриваемый период при условии сохранения современных количеств осадков.

## ОЦЕНКА СУРОВОСТИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Лазунин А.А., Мирсаева Н.А.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия  
alex.lazunin2014@yandex.ru

В данной работе производилась оценка суровости холодного периода на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) с помощью индексов холодного дискомфорта: Сайпла-Пассела (Исаев, 2003), Хилла (Климатические ресурсы..., 2005) и Бодмана (Климатические ресурсы..., 2005). В качестве исходных данных использованы 8-срочные метеорологические наблюдения банка данных ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru>) ст. Ханты-Мансийск, ст. Корлики, ст. Кондинское, ст. Няксимволь, ст. Березово за период с 2000 по 2019 гг.

Ветровой индекс Сайпла-Пассела ( $H^*$ ) в марте, октябре и ноябре в основном на всех станциях по градации относится к категории «холодно», а декабрь, январь и февраль – относятся к категории «очень холодно» более комфортные условия проживания будут только на ст. Няксимволь, именно на этой территории значения распределения  $H^*$  относятся к категории «холодно» во всех исследуемых месяцах.

Индекс ветрового (сухого) охлаждения ( $H_c$ ) во все месяцы попадает в градацию «жарко». Так как  $H^*$  не превышает значение 1600 и  $H_c$  не превышает значение 0,7 можно сделать вывод, что вероятность обмораживания мало вероятна на всей территории ХМАО.

Индекс ветрового (влажного) охлаждения ( $H_w$ ) во все месяцы попадает в градацию «погодные условия зимы дискомфортные». Так как  $H_w$  не превышает значение 5,5 Вт/м<sup>2</sup>·с можно сделать вывод, что погодные условия зимы считаются дискомфортными на всей территории ХМАО.

Индекс жесткости погоды по Бодману ( $S$ ) в декабре и феврале на всех станциях по градации относится к категории зимы «умеренно суровая», а январь – к категории «суровая» (рис. 1), но только в районе станций Кондинское и Березово, более комфортные условия проживания зимой будут только на ст. Няксимволь, именно на этой территории значения распределения  $S$  относятся к категории «умеренно суровая» во всех исследуемых месяцах, а в некоторые годы эту станцию и территорию в целом можно было бы отнести к градации «малосуровая».

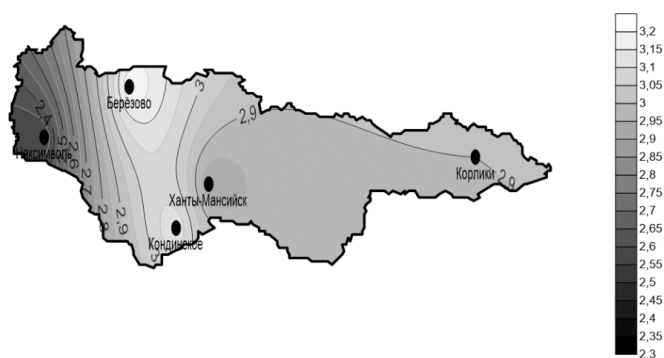


Рисунок 1 – Средние многолетние значения индекса суровости Бодмана (2000 – 2019 гг.) в январе.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №20-55-00014).

Список использованной литературы:

Исаев А.А. Экологическая климатология: [Учеб. пособие для геогр. гидромет. экол. специальностей вузов и колледжей]. М.: Научный мир, 2003. – 472 с.

Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / под ред. К.Ш. Хайруллина. - СПб.: Гидрометеиздат, 2005. - 231 с.



## О ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И РЕЖИМА ОСАДКОВ К КОНЦУ XXI ВЕКА В СЕВАСТОПОЛЬСКОМ РЕГИОНЕ ПО МАТЕРИАЛАМ СМIP6

Лубков А.С.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
andrey-ls2015@yandex.ru

С использованием 38 моделей семейства СМIP6, представленных в открытом доступе на сайте KNMI Climate Explorer ([climexp.knmi.nl](http://climexp.knmi.nl)), были исследованы будущие климатические изменения метеорологических характеристик (среднемесячные температура, осадки и амплитуда суточного хода температуры) в Севастопольском регионе за период 2010-2100 гг. Для этого данные каждой модели интерполировались билинейным способом в координаты г. Севастополя (33.53 в.д., 44.62 с.ш.). Сложности географического положения (Севастополь расположен частично на Гераклеийском полуострове, который с трех сторон омывается Черным морем) и относительно крупный шаг пространственной сетки данных моделей (от 80 до 300 км) привели к затруднению интерполяционного даунскеллинга. Поэтому модельные данные были скорректированы с использованием данных наблюдений. Корректировка данных осуществлялась по уточненному методу квантильного сопоставления (Adjusted Quantile Mapping Method), предложенного в работе (Cardell, 2019). Этот метод уже был использован для корректировки данных СМIP6, к примеру, в работе (Carvalho, 2021).

В работе рассматривались 2 социально-экономических сценария, подразумевающие изменение радиационного форсинга в конце XXI века на  $4,5 \text{ Вт/м}^2$  и  $8,5 \text{ Вт/м}^2$  – ssp245 и ssp585. На рисунке приведены наблюдаемые и модельные среднегодовые температуры и суммы осадков за период 1950-2100. В случае температуры можно отметить выраженную положительную тенденцию к росту для двух сценариев ssp245 и ssp585. При этом рост температуры по сценарию ssp585 практически линейный, в то время как рост по сценарию ssp245 замедляется. В период 1981-2010гг. среднегодовая температура равна  $12,6^\circ\text{C}$ , а в период 2071-2100гг. –  $17,2$  и  $20,1^\circ\text{C}$  (изменения равны  $+4,6$  и  $+7,5^\circ\text{C}$ ) для сценариев ssp245 и ssp585, соответственно. В случае осадков, отмечается некоторая отрицательная тенденция. В период 1981-2010гг. сумма годовых осадков составила 451мм, а в период 2071-2100гг. – 417 и 384 мм (изменения равны  $-34$  и  $-67$ мм) по сценариям ssp245 и ssp585 соответственно. Подробности исследования будут представлены в устном докладе.

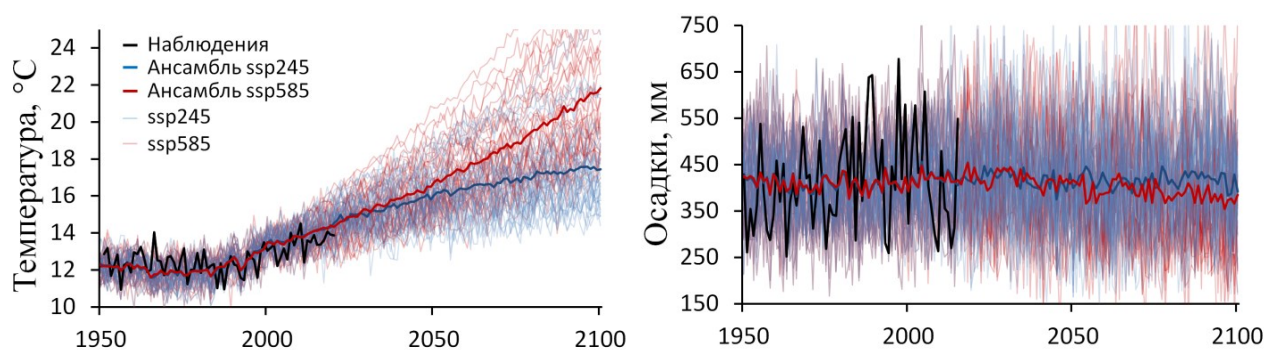


Рисунок 1 – Будущие изменения значений температуры и осадков в Севастопольском регионе.

Список использованной литературы:

Cardell M. F., Romero R., Amengual A., Homar V., Ramis C.A quantile–quantile adjustment of the EURO-CORDEX projections for temperatures and precipitation // *Int. J. Climatol.* 2019. V. 39(6) P. 2901–2918 DOI: 10.1002/joc.5991

Carvalho D., Cardoso P. S., Rocha A. Future surface temperatures over Europe according to СМIP6 climate projections: an analysis with original and bias-corrected data // *Climatic Change.* 2021. V. 167(10). DOI: 10.1007/s10584-021-03159-0

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Лубков А.С., Журавский В.Ю., Воскресенская Е.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

andrey-ls2015@yandex.ru

Долгосрочные прогнозы (с заблаговременностью от месяца до года) до сих пор являются нерешенной до конца проблемой моделирования. Требования, предъявляемые к качеству таких прогнозов невозможно достичь с помощью современных глобальных климатических моделей. При этом потребность в качественных долгосрочных прогнозах не только сохраняется, но и становится все более актуальной.

В работе предложен метод прогноза среднемесячной циклонической активности в Черноморском регионе. В качестве прогнозируемой характеристики использована частота повторяемости циклонов (ЧПЦ), рассчитываемая как отношение количества дней с циклонами, проходящими над Черноморским регионом к числу дней в месяце. В работе анализировались только циклоны, определяемые как 75% процентиль по показателю интенсивности и глубины, получившие название интенсивные (Maslova, 2020).

В данном исследовании для прогнозирования ЧПЦ использовалась однонаправленная гетероассоциативная однослойная нейронная сеть (НС) с учителем. Моделирование производилось для каждого месяца отдельно. Для обучения модели был взят период 1950–1987, для тестирования – 1988–2006 и для валидации модели (контрольный период) – 2007–2020. В качестве входных параметров в НС использовался набор среднемесячных индексов дальнедействующих сигналов системы океан–атмосфера.

Кратко рассмотрим качество моделирования на основе контрольного периода. Моделирование с использованием нейронных сетей позволяет прогнозировать ЧПЦ в Черноморском регионе с заблаговременностью до 6 месяцев в июле, августе, сентябре, ноябре, декабре и марте (коэффициент корреляции,  $r = 0,70-0,78$ ), с заблаговременностью до 5 месяцев – в январе, июне и октябре ( $r = 0,56-0,71$ ) и с заблаговременностью в 4 месяца в апреле ( $r = 0,65$ ). Качественное прогнозирование не представляется возможным в феврале и мае.

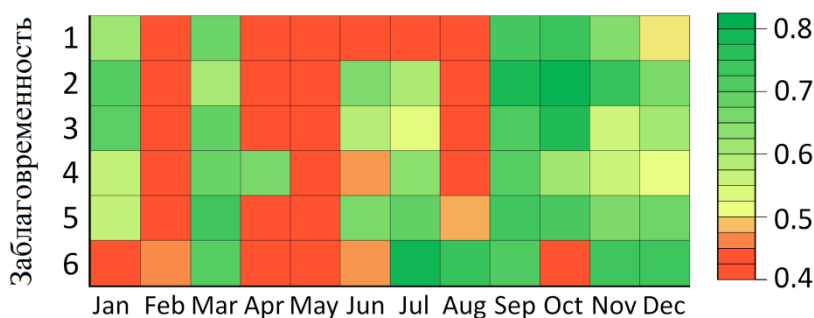


Рисунок 1 – Диаграмма коэффициента корреляции в зависимости от заблаговременности прогноза и месяца, рассчитанная на основе контрольного периода (2007-2017гг.). Красные поля – критическое значение статистически значимой корреляции, равное 0,43 ( $\alpha = 0,01$ ; при длине ряда – 14 значений).

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИПТС по теме № 0012-2019-0007 при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-41-920068).

Список использованной литературы:

Maslova V.N., Voskresenskaya E.N., Lubkov A.S., Yurovsky A.V., Zhuravskiy V.Y., Evstigneev V.P. Intense Cyclones in the Black Sea Region: Change, Variability, Predictability and Manifestations in the Storm Activity // Sustainability. 2020. V. 12 (11). 4468 doi:10.3390/su12114468

## **О ПОТЕНЦИАЛЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

*Лубков А.С., Сухонос О.Ю.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
andrey-ls2015@yandex.ru

На сегодняшний день развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является одним из актуальных вопросов экологии и энергетического сектора. Это обусловлено уменьшением запасов ископаемого топлива и влиянием традиционных источников энергии на климатическую систему. В отчетах Росгидромета и МГЭИК отмечается существенное смягчение антропогенного воздействия на климатическую систему при переходе на ВИЭ. По данным Единой энергетической системы (ЕЭС) России установленная мощность солнечных и ветровых электростанций на территории России в настоящее время составляет меньше 1% от ЕЭС, при этом всего 184 МВт (0,08% от ЕЭС) вырабатываются ветровыми электростанциями. Тем не менее, к 2024 году в России планируется повысить вклад генерации ВИЭ в общую вырабатываемую энергию до 4,5%, что соответствует 5,9 ГВт (вклад ветровой энергии составит 3,4 ГВт). В то же время вопрос об определении перспективных территорий для размещения ветроэнергетических установок, в том числе на Крымском полуострове, на региональном масштабе окончательно не решен. При этом в Крыму сконцентрировано практически 50% всей вырабатываемой ветровой электроэнергии России. В этой связи существует необходимость в современной климатической оценке ветровых ресурсов на его территории.

Для анализа ветровых ресурсов использовались ежечасные данные о скорости ветра ( $u$ - и  $v$ -компоненты) на высоте 10 и 100 метров реанализа ERA5 за 40-летний период (1980–2019 гг.) с пространственным разрешением –  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ .

Проведенные исследования показали, что величины скоростей ветра в среднем в центральной части Крыма равны 2–6 м/с, что заметно ниже, чем на западном побережье (4–8 м/с) и на территории Керченского полуострова (5–9 м/с). При этом ветровые условия Керченского полуострова наиболее эффективны для ветрогенерации. Повторяемость скоростей ветра, характерных для номинальной выработки ветроэнергетических установок там составляет 15–17% на высоте 10 м и 37–38% на высоте 100 м. При этом повторяемость неэффективных ветровых условий для ветрогенерации, когда скорость ветра недостаточна для запуска ветроустановки, не превышает 17–22% на 10 м и 11–12% на 100 м. В центральной части Крыма и на ЮБК повторяемость неэффективных ветровых условий на высоте 10 м превышает 40% в год.

В результате анализа суточного хода скорости ветра установлено, что на высоте 10 м скорость в дневные часы в среднем выше на 21% по сравнению с ночными в июне и на 6% в декабре. На высоте 100 м суточный ход заметно не выражен.

Выявленные сезонные особенности изменения скорости ветра на высотах 10 и 100 м характеризуют увеличение на 31–35% рассматриваемого климатического параметра в зимний сезон, относительно летнего.

Некоторая локальная специфика рельефа Крыма, в особенности горные массивы, не учитывалась, что связано с недостаточным пространственным разрешением реанализа. В дальнейшем планируется повысить детализацию пространственной интерполяции ветровых полей путем использования региональной численной атмосферной модели.

Список использованной литературы:

Лубков А.С., Сухонос О.Ю. Исследование ветроэнергетических ресурсов Крымского полуострова по ежечасным данным реанализа ERA5 // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 3 (41). С. 23–29. doi:10.33075/2220-5861-2020-3-23-29

## ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИМОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЕМНОГО ВОЗДУХА В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Максимова О.В.<sup>1,2</sup>, Гинзбург В.А.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «ИГКЭ», Москва, Россия

<sup>2</sup> НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт географии РАН, Москва, Россия

*o-maximova@yandex.ru*

Исследования, проводимые последние десятилетия в российской части Арктики, являются очень важными, так как скорость климатических изменений в Арктическом регионе значительно выше, чем в среднем на глобальном уровне. Социальные последствия климатических изменений в Арктике, в том числе для здоровья населения, наиболее сильно ощутимы. При этом прогнозные оценки глобальных климатических моделей различных климатических центров дают расхожие результаты по ряду климатических параметров. Так, по среднегодовой температуре приземного воздуха в северных широтах модели дают расхождения в 5-6 °С. Поэтому для оценки будущих изменений климата и его чувствительности при различных внешних изменениях окружающей среды важной задачей становится определение групп моделей, наиболее точно воспроизводящих климат на региональном уровне.

В работе реализованы подходы к оценке воспроизводимости региональных характеристик приземной температуры воздуха с помощью глобальных климатических моделей в континентальной части Арктического региона, представленного Архангельской областью, республикой Коми и Ненецким Автономным округом. Подходы были апробированы при сравнении с данными реанализа ERA5 в период с 1979 по 2005 гг. для выбранных моделей, участвующих в проектах взаимного сравнения моделей CMIP5, и затем реализованы на мо-

д  
е  
л  
я  
х  
,

у  
ч  
а  
с  
т  
в  
у  
ю

Показано, что в зависимости от сезона или месяца прогноза набор наиболее точных моделей, которые ложатся в основу мультимодели, может изменяться.

и  
х

в

п  
р  
о  
е  
к  
т

на временном периоде с 1979 по 2014 гг. Эти подходы включают анализ как динамических показателей, так и анализ показателей, рассчитанных по всему набору данных. На основании полученных результатов был сделан отбор глобальных климатических моделей, которые легли в основу построения мультимодели, наилучшим образом отражающих климатические характеристики приземной температуры за анализируемый период и были использованы для анализа прогнозируемых изменений в этом регион: HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-MR.

### КЛИМАТОГЕННЫЙ И ФИТОГЕННЫЙ ФАКТОРЫ СУКЦЕССИЙ



## ПЕСЧАНЫХ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Неведров Н.П., Фомина М.Ю., Попова Г.И., Байдак Е.А., Кузнецова Е.А., Довидович Е.Д.  
ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия  
9202635354@mail.ru

Подзолы и дерново-подзолы песчаные – азональные типы почв, сформированные, как правило, на легких мономинеральных и полиминеральных песчаных отложениях надпойменных террас речных долин. Около 4% мировой суши покрыто этими почвами. Исследования этих почв на предмет выполнения ими важнейших экологических функций весьма актуальны (Мокма, 2004). Целью исследования являлось определение влияния фактора фитоценоза и климатического фактора на протекание почвенных процессов в альфегумусовых песчаных почвах в условиях лесостепной зоны.

Рассматривался столетний микропериод эволюции песчаных почв при функционировании сосновых насаждений в городах Курск и Курчатова, высаженных в ландшафты с травянистыми фитоценозами в различные годы. Исследовался хроноряд – 0 – 25 – 70 – 100 лет вегетации сосновых насаждений. Также исследовались свойства почв и особенности протекания почвенных процессов в сосновых лесонасаждениях в контексте вариаций климатических условий – северные районы и южные районы лесостепи (Курская и Белгородская области). Исследуемые объекты существенно отличались по климатическим показателям: годовая норма выпадающих осадков и среднегодовая температура воздуха. В типичных условиях исследуемых экосистем закладывались по два почвенных разреза и по три прикопки. Отбор проб осуществлялся из каждого генетического горизонта. Диагностику и классификацию почв проводили согласно современным представлениям о классификации почв. Физические, химические, биологические свойства почв определяли с применением традиционных методов, потоки  $\text{CO}_2$  измеряли камерным методом *in situ*.

Сосновые насаждения надпойменных террас типичной лесостепи в результате 100-летнего периода вегетации определили тренды микроэволюции почв. Серогумусовые (дерновые) песчаные почвы были преобразованы их деятельностью в подзолы иллювиально-железистые песчаные. Почвообразовательные процессы характеризовались деградацией АУ горизонта серогумусовой почвы, подкислением pH среды, последовательным ростом биомассы почвенной микробиоты, увеличением скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  и стремительным развитием процесса оподзоливания. Установлено, что почвообразовательные процессы в азональных альфегумусовых песчаных почвах рефлексивны к вариациям климатических параметров лесостепной зоны (в масштабе 200 – 250 км протяженности с северо-запада на юго-восток). Микробиологическая активность дерново-подзолов южной части лесостепи Среднерусской провинции была в 12,7 раза выше для бактерий, 10,5 раза – для микромицетов и 4,5 раза – для актиномицетов. В северной части лесостепной зоны скорость эмиссии  $\text{CO}_2$  из подзолов песчаных в летнее время достигала 9,1 г  $\text{CO}_2$  м<sup>2</sup>/сутки, в южной части из дерново-подзолов – до 12,5 г  $\text{CO}_2$  м<sup>2</sup>/сутки. При дальнейшей аридизации климата в северной части лесостепной зоны возможно развитие почвенной сукцессии в ряду «подзол-песчаный – дерново-подзол песчаный».

Климатические изменения и возраст сосновых лесонасаждений значительно влияют на особенности почвообразования легких альфегумусовых почв типичной лесостепи. Скорости трансформации песчаных почв лесостепной зоны довольно стремительны, индикативные морфологические и физико-химические признаки можно идентифицировать в почвенном профиле через 25 – 70 лет после начала сукцессии.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (проект - МК-416.2021.1.4).*

Список использованной литературы:

Mokma D., Yli-Halla M., Lindqvist K. Podzol formation in sandy soils of Finland // *Geoderma*, 2004, V. 120, pp. 259-272

**РАСЧЁТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАВИХРЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ**

## ЛОФОТЕНСКОГО ВИХРЯ

Новоселова Е.В., Белоненко Т.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

e.novoselova@spbu.ru

Лофотенская котловина представляет собой понижение в рельефе дна Норвежского моря с максимальной глубиной 3250 м. Она ограничена хребтом Мона с северо-запада, плато Воринг с юга и континентальным шельфом Норвегии с востока. Главной особенностью котловины является антициклонический квазипостоянный Лофотенский вихрь в её центре, который представлен линзой теплой соленой воды на интервале глубин 300–1000 м с горизонтальным масштабом около 60–80 км (Башмачников и др., 2017; Колдунов, Белоненко, 2020).

Нами была вычислена потенциальная завихренность Эртеля ( $PV$ ) для Лофотенской котловины по следующей формуле:

$$PV = \frac{1}{g}(f + \zeta)N^2 + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial \rho}{\partial y} \right),$$

где  $f$  – параметр Кориолиса (планетарная завихренность);  $\zeta = \text{rot}_z V = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$  – относительная завихренность;  $N^2$  – частота Вэйсяля-Брента;  $\rho$  – потенциальная плотность;  $g$  – ускорение свободного падения;  $u, v$  – зональная и меридиональная компоненты скорости.

Для расчётов использовались данные океанического реанализа GLORYS12V1. Он основан на современной глобальной системе прогнозирования в режиме реального времени CMEMS. Использовались среднесуточные и среднемесячные данные за период 1993–2018 гг. с пространственным разрешением  $0.083^\circ$ . Реанализ включает в себя такие параметры, как температура воды, солёность, компоненты скоростей течений, глубина ВКС, высота поверхности моря (SSH) и др.

В центрах антициклонических вихрей, где отрицательная относительная завихренность велика, абсолютная завихренность и, соответственно,  $PV$  близки к нулю. Кроме того, в центре вихрей стратификация практически отсутствует, что также способствует малым значениям  $PV$ . Поверхностный или подповерхностный (в зависимости от сезона) максимум  $PV$  связан с мощной плотностной стратификацией и большими значениями частоты плавучести. Верхняя граница «подвихревого» максимума  $PV$  хорошо согласуется с глубиной резкого уменьшения относительной завихренности. Также данному максимуму сопутствует сгущение изопикн (Новоселова, Белоненко, 2020).

*Публикация выполнена при финансовой поддержке гранта СПбГУ № 75295423.*

Список использованной литературы:

Башмачников И. Л., Белоненко Т. В., Куйбин П. А. Приложение теории колоннообразных Q-вихрей с винтовой структурой к описанию динамических характеристик Лофотенского вихря Норвежского моря // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2017. 62(3). 221–236. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.301.

Колдунов А. В., Белоненко Т. В. Гидродинамическое Моделирование Поля Вертикальной Скорости В Лофотенском Вихре // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2020. 56(5). 575–585. DOI: 10.31857/s0002351520040045.

Новоселова Е. В., Белоненко Т. В. Изопикническая адвекция в Лофотенской котловине Норвежского моря // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2020. 13(3). 56–67. DOI: 10.7868/S2073667320030041.

## АНАЛИЗ РЕАЛИСТИЧНОСТИ ДОСТИЖЕНИЯ ОСНОВНОЙ ЦЕЛИ

**ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ПРИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ  
ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ  
ЗА АНТРОПОГЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

*Пекарникова М.Е., Полонский А.Б.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Важнейшим шагом на пути реализации согласованных международных мер по контролю за эмиссией парниковых газов (ПГ) стало Парижское соглашение, принятое 12 декабря 2015 года в результате обсуждения, прошедшего на 21-й конференции по Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Париже. В настоящее время это соглашение является главным механизмом правового регулирования международных усилий по контролю за антропогенными выбросами ПГ. В настоящей работе анализируется реалистичность и принципиальная достижимость главной цели Парижского соглашения с учетом существующей на сегодня системе правового регулирования контроля за антропогенными выбросами ПГ и последних выводов первой рабочей группы Международной группы экспертов по климату (IPCC), подготовившей свое резюме для лиц, принимающих политические решения, в рамках 6-го оценочного доклада IPCC (WG1 AR6 IPCC SPM, 2021).

**Основные выводы экспертов первой рабочей группы IPCC**, касающиеся оценок наблюдаемых изменений приземной температуры воздуха и будущих ее изменений до конца 21 века при различных сценариях социо-экономического развития в мире сводятся к следующему. Основная цель Парижского соглашения, заключающаяся в ограничении роста температуры антропогенного происхождения по сравнению с доиндустриальным периодом в пределах 1,5°C, может быть достигнута только при кардинальном уменьшении выбросов ПГ, начиная с 2025 года, и нулевой эмиссии в промышленно развитых странах и странах с переходной экономикой, ответственных за основную часть выбросов, начиная с 2050 года.

**Вклад различных стран в общую эмиссию ПГ** свидетельствует о том, что основная доля выбросов приходится на первые 10-20 стран (если считать ЕС в качестве единого эмитента). При этом, на долю Китая, Индии и России приходится более 40 % общих выбросов. США, Япония, Канада и страны ЕС в сумме отвечают примерно за 30 % глобальных выбросов ПГ. На долю 100 стран, располагающихся в конце списка, приходится менее 1% общих выбросов. Таким образом, достаточно проанализировать правовые аспекты ограничения эмиссии ПГ в первой десятке стран, расположенных в порядке убывания их вклада в глобальную эмиссию ПГ для того, чтобы прийти к определенным выводам о реалистичности выполнимости главной цели Парижского соглашения. В настоящем докладе проанализировано текущее состояние правового регулирования эмиссии ПГ в этих стран, отвечающих за основную долю суммарных выбросов ПГ, и сделан вывод о том, что для достижения главной цели Парижского соглашения необходимы существенно более серьезные меры по ограничению эмиссии по сравнению с предусмотренными в принятых законодательных актах в значительном числе этих стран.

**Заключение.** Основной вывод сводится к тому, что при современном состоянии правового регулирования эмиссии ПГ в значительной части стран, ответственных за основную долю глобальных выбросов ПГ, достижение основной цели Парижского соглашения мало реально. Повышение средней приземной температуры воздуха к концу 21 века (по сравнению с доиндустриальным периодом) вероятнее всего существенно превысит 2°C, если в ближайшее время не будут приняты юридически обязывающие правовые акты, обеспечивающие достижение основной цели Парижского соглашения.

**АНСАМБЛЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА КАК  
ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ БУДУЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
И ЭКОНОМИКУ**

Природные комплексы, как и хозяйственная деятельность современного мирового сообщества, становятся все более зависимыми от погодно-климатических условий. Увеличение в последние годы опасных и экстремальных явлений погоды особенно ярко проявляют эту зависимость. Рациональное ведение хозяйственной деятельности и ее планирование невозможно без учета климатических особенностей региона, его видовой и экосистемной специфики. Различные элементы природных систем в разной степени зависят от погодных условий, поэтому прикладные исследования по оценке воздействий и их результаты должны быть адресными, ориентированными на нужды и требования конкретного природного комплекса и его составляющих.

На сегодняшний день многие оценки будущих изменений климата получены в результате расчетов с региональными климатическими моделями, имеющими разрешение порядка 20-30 км (для заданных регионов), и основанными на численном решении систем уравнений гидротермодинамики. Такое разрешение позволяет учитывать влияние на эволюцию климата мезомасштабных факторов – более реалистичной орографии, небольших внутриконтинентальных водоемов, изменчивых характеристик растительности и свойств подстилающей поверхности, детальным описанием прибрежных зон и т.п. В данном исследовании ансамблевые расчеты будущих изменений климата проводятся с помощью системы моделей глобального и регионального климата. Ключевые элементы системы – созданные в ФГБУ «ГГО» спектральная глобальная (версия T42L25) и встроенная в нее конечно-разностная региональная модели «атмосфера-криосфера-деятельный слой почвы» имеют пространственные разрешения 200 км и 25 км соответственно. Всего с системой моделей было проведено 50 экспериментов по моделированию будущих изменений климата по сценарию МГЭИК RCP8.5. Расчеты проводились от разных начальных условий в атмосфере и на подстилающей поверхности суши для четырех десятилетних периодов: один базовый 1990-1999 гг. и три прогностических 2030-2039 гг., 2050-2059 гг. и 2090-2099 гг. Таким образом, для каждого из этих временных интервалов модельные расчеты включают в совокупности по 500 лет.

Анализ результатов ансамблевых расчетов с РКМ дал возможность детализировать сценарный прогноз изменений температурного и влажностного режимов на территории северных регионов России в 21 веке. Полученные распределения будущих изменений позволили оценить особенности не только средних по ансамблю изменений, но и экстремальных значений.

Полученные результаты могут быть использованы при комплексной оценке воздействий климатических изменений на функционирование систем энергоснабжения, транспортной и строительной инфраструктуры, сельского и лесного хозяйства в разных субъектах РФ с последующей выработкой научно обоснованных рекомендаций по региональной адаптации к будущим изменениям климата.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-17-00063).

## **ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОД СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

*Полонский А.Б., Федотов А.Б.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Целью работы явилось изучение изменения режима океанической циркуляции в условиях ослабления зональной циркуляции атмосферы и обострения вертикальной стратификации в связи с глобальным потеплением. Для исследования была использована численная модель эволюции потенциального вихря для двухслойной жидкости на вращающейся сфере. Уравнения, описывающие динамику системы, с использованием общепринятых обозначений выглядят следующим образом.

$$\frac{\partial \omega_j}{\partial t} + J(\psi_j, \omega_j) + \beta \frac{\partial \psi_j}{\partial x} = -\lambda_j \cdot \omega_j \cdot \delta_{j2} + W_j \cdot \delta_{j1} + D_j,$$

$$\omega_j = \Delta \psi_j + F_j(\psi_i - \psi_j); j=1,2; i=3-j,$$

Численные эксперименты проводились в квадратной области с разрешением 513 узлов сетки, безразмерная амплитуда потока завихренности, генерируемого ветром, составляла  $W_0 = 0.001$  и  $0.0015$ . Кроме этого проводился численный эксперимент с увеличением перепада плотности между слоями ~на 10%, имитирующим обострение стратификации в океане, так что бароклинный радиус деформации Россби был равен 70 км и 86 км. Система интегрировалась до выхода на квазипериодический режим, который достигался через несколько десятков лет, и далее еще на 550 лет модельного времени. Временные ряды полной и кинетической энергии в верхнем и нижнем слоях подвергались спектральному анализу.

Наиболее интересный результат проведенных численных экспериментов заключается в том, что при усилении ветрового воздействия и интенсификации океанической циркуляции происходит очень существенная трансформация спектра флуктуаций кинетической энергии (и, соответственно, скорости) течений. Вклад в общую кинетическую энергию более высокочастотных флуктуаций возрастает, а низкочастотных вариаций - уменьшается. Если в эксперименте с минимальной интенсивностью ветрового воздействия вариации кинетической энергии с типичным периодом около 85 лет значимы, то при максимальной интенсивности ветра пики в этой области спектра пропадают.

Таким образом, при ослаблении ветровой циркуляции в период глобального потепления следует ожидать увеличения амплитуды не только относительно высокочастотных возмущений (с периодами от нескольких лет до первых десятков лет), но и формирование пика в области более низкочастотных (мультидекадных) вариаций океанической циркуляции, вызванных ее спорадической неустойчивостью. Это не такое очевидное следствие глобального потепления, как меридиональное смещение субтропических круговоротов к северу, вызванных происходящим смещением шторм-треков к северу, или возможная термохалинная катастрофа, связанная с коллапсом меридиональной термохалинной циркуляции.

Краткий анализ проведенных численных экспериментов показал, что при ослаблении ветровой циркуляции в период глобального потепления следует ожидать не только общей интенсификации флуктуационных движений в поле скорости, но и формирования значимого пика в области низких частот. Последнее связано со спорадической неустойчивостью океанической циркуляции. Соответствующие этим частотам периоды для Северной Атлантики составляют 80-90 лет.

## НАБЛЮДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Попова Е.Н.<sup>1</sup>, Попов И.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт географии РАН», Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю.А.Израэля», Москва, Россия

Начиная с 1970-х годов зафиксирована тенденция к значительному повышению среднеглобальной среднегодовой температуры воздуха в приповерхностном слое, а также выявлены существенные колебания в увлажненности разных регионов Земного шара (Второй..., 2014). Влияние изменений климата на сельскохозяйственное производство часто оценивается с помощью специальных прикладных климатических индексов - агроклиматических показателей. В задачи нашего исследования входили оценка и сравнение наблюдаемых изменений значений наиболее распространенных из них: годовой суммы активных температур воздуха (САТ), представляющей собой сумму среднесуточных значений температуры, превышающих порог в 10°C, и количества осадков за вегетационный сезон (с мая по сентябрь) за два двадцатилетних периода (1951-1970 гг. и 1991-2010 гг.) на территории России и соседних государств.

Метеорологические данные для оценки агроклиматических показателей были взяты из базы результатов метеорологических наблюдений суточного разрешения Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД), размещенной на сайте: <http://www.meteo.ru>. Для оценки достоверности различия значений этих показателей для двух указанных периодов был проведен статистический анализ полученных данных. В следствии того, что распределение исследуемых агроклиматических параметров отличается от нормального, параметрические методы в данном случае не могут быть использованы, поэтому был применен пермутационный тест, основанный на методе Монте-Карло (Wilks, 2011).

На основе проведенных статистических процедур и визуализации полученных данных с помощью построения карт-схемы климатических оценок изменений показано, что САТ достоверно увеличилась практически на всей территории России, за исключением некоторых арктических и дальневосточных регионов (Popova et al., 2018). Эта тенденция благоприятно отразится на сельскохозяйственном производстве, позволит выращивать в более северных районах теплолюбивые растения, в частности многие зерновые и зернобобовые культуры. Однако указанные изменения термического режима также способствуют распространению и массовым вспышкам размножения отдельных сельскохозяйственных вредителей, что может значительно снизить урожай сельскохозяйственных культур и потребует дополнительных затрат на защиту растений и качественный контроль и мониторинг (Второй..., 2014).

Тенденции изменения суммы осадков за май-сентябрь оказались более неоднородными. На большей части ЕЧР, Юго-Восточной Сибири, Кавказа и Закавказья наблюдается увеличение этого показателя, тогда как арктические и отдельные дальневосточные, южноуральские, центральносибирские регионы, южная часть Северо-Западного ФО и ряд районов Центральной Азии стали более засушливыми (Popova et al., 2018).

Список использованной литературы:

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Под ред. В.М.Катцова и С.М.Семенова. – Москва: Росгидромет, 2014. - 1008 с.

Popova E.N., Popov I.O., Semenov S.M. Assessment of Variations in the Annual Sum of Active Temperatures and Total Precipitation during the Vegetation Period in Russia and Neighboring Countries // Russian Meteorology and Hydrology. – 2018. - Vol. 43. - P. 412–417.

Wilks D.S. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Elsevier. 2011. 676 p.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОЛЕДЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

*Рыбак О.О.<sup>1,2,3</sup>, Рыбак Е.А.<sup>2,3</sup>, Корнева И.А.<sup>4,3</sup>, Постникова Т.Н.<sup>5</sup>, Губанов А.С.<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ ШЦ РАН, Сочи, Россия

<sup>3</sup>Филиал Института природно-технических систем, Сочи, Россия

<sup>4</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>5</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия  
o.o.rybak@gmail.com

Деградация оледенения Большого Кавказа во второй половине XX - начале XXI веков была зафиксирована различными методами, включая как прямые инструментальные наблюдения, так и дистанционное зондирование. Очевидно, что в условиях постепенного потепления климата общая тенденция отступления ледников сохранится и в будущем. В предгорьях Северного Кавказа, важного сельскохозяйственного региона, проблема ожидаемых изменений горного оледенения стоит особенно остро, поскольку колебания режима стока местных рек зависят от эволюции ледников: вклад ледникового стока в общий сток весьма значителен. Отступающие ледники также могут вызывать появление озер в локальных депрессиях подстилающего рельефа. Их возможный прорыв может нанести значительный ущерб экономике и угрожать жизни людей. Прогноз стока и образования озер связан с прогнозами будущего состояния горного оледенения. Цель настоящего исследования заключается в том, чтобы определить, как изменятся характеристики горного оледенения Центрального Кавказа в зависимости от климатического сценария. Для достижения этой цели мы использовали модель GloGEMflow с обновленным блоком солнечной радиации и набор климатических сценариев CMIP5/CMIP6. В модели GloGEMflow течение льда рассчитывается для высотных поясов. Модель была откалибрована в соответствии с данными по геометрии ледников (RGI6.0). Валидация модели основана на оценке расхождений, возникающих при сравнении данных об изменении границ ледников за период с 2000 г. по 2018 г.

Эволюция ледникового комплекса Эльбруса, состоящего из двух десятков ледников, моделируется отдельно. За период 1960-2014 гг. площадь оледенения Эльбруса уменьшилась примерно на 15%, а за два десятилетия 1997-2017 гг. - почти на 11%. По состоянию на 2017 год площадь оледенения Эльбруса оценивалась в ок. 112 кв. км, его объем превысил 5 куб. км. Для расчета текущего и будущего баланса поверхностной массы была использована энергобалансовая модель. Серия наблюдений на метеостанции Терскол, расположенной в пятнадцати километрах от южных отрогов Эльбруса, и метеостанции Местия, расположенной несколько дальше, на территории Грузии на южном склоне Главного Кавказского хребта, а также данные автоматических метеостанций на склонах Эльбруса и на леднике Джанкуат в нескольких десятках километров от Эльбруса применялись для климатического форсинга модели для воспроизведения современного поверхностного баланса массы. Климатические прогнозы до конца 21 века для Приэльбрусья были составлены на основе мультимодельных результатов моделирования регионального климата в рамках проекта CORDEX для различных сценариев. Показано, что одновременный рост температуры приземного воздуха и инсоляции, сопровождаемый уменьшением количества осадков, прогнозируемый многомодельным моделированием регионального климата и уменьшенный до района Центрального Кавказа, вызовет существенное повышение высоты снеговой линии и сокращение площади аккумуляции. В результате в ближайшие десятилетия следует ожидать ускоренной деградации оледенения Эльбруса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и RS, проект № 21-55-

## **ОЦЕНКА ТРЕНДОВ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И АЗОТА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ РЕК НА СТАНЦИЯХ ЕАНЕТ ЗА 2007-2020 ГГ.**

*Рычкова А.А.<sup>1,2</sup>, Громов С.А.<sup>1,3</sup>, Жигачева Е.С.<sup>1,4</sup>*

<sup>1</sup> Институт Глобального Климата и Экологии им. ак. Ю.А. Израэля, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им.

Д.И. Менделеева», Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГБУН Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Niigata University, Niigata, Japan

nastyarychka24@gmail.com

На основе данных многолетнего мониторинга химического состава поверхностных вод рек Комаровка и Переемная, расположенных в районе станций ЕАНЕТ Приморская и Листвянка соответственно, были оценены тенденции изменения концентраций основных ионов за период 2007-2020 гг. с использованием методологии и программного обеспечения, разработанных ЕМЕР MSC-East (MSC-East, 2015). Предлагаемый способ позволяет показать возможный характер изменения характеристик с использованием графических приближений изменчивости временных рядов (Hirsch et al., 1982). Отбор проб и измерения концентраций веществ проводились в разные сезоны года, характеризуя основные гидрологические фазы режима рек. Рассчитанные тренды содержания основных ионов в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Тренды содержания основных ионов в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2020 гг. (относительное изменение за весь период, в долях ед.)

Измеряемый ион	Суммарное значение тренда	
	река Комаровка (регион Дальнего Востока)	река Переемная (район оз. Байкал)
Ca <sup>2+</sup>	-0,18	-0,06
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,15	-0,25
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,04	0,05
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-2,78	0,29
pH	0,06	-0,02

Прим.: отрицательные значения показывают тренд роста, положительные – убывания

Для обеих рек наиболее значимые по величине тренды наблюдались для NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (рис. 1).

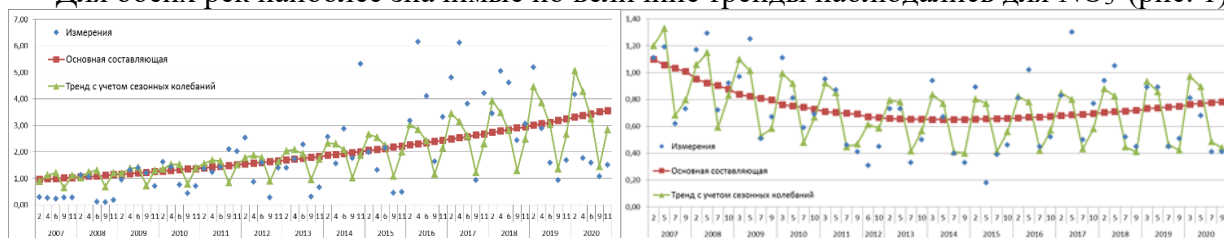


Рисунок 1 – Изменения концентраций (мг/л) и составляющих трендов нитратов в поверхностных водах р. Комаровка (слева) и р. Переемная (справа).

Полученные оценки позволяют предположить, что для р. Комаровка вероятно существование процесса закисления поверхностных вод (рис. 1а). Для р. Переемная наблюдалось снижение концентраций нитратов до 2012-2013 гг., после чего наблюдается слабое возрастание концентраций (рис. 1б). Тем не менее, в связи с относительно редким отбором проб в год (5 для р. Комаровки, 4 для Переемной), требуется дальнейший анализ с использованием аппроксимаций трендов другими способами.

Список использованной литературы:

MSC-East. 2015. Discussion on trend analysis. Presentation at GAW/EMEP Task Force on Measurement and Modelling, 5-8 May 2015. 10 p.

Hirsch R. M., J. R. Slack and R. A. Smith. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data, Water Resource Res., 18 (1): 107-121.

**ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ  
ВОСТОЧНЫХ ПОГРАНИЧНЫХ АПВЕЛИНГОВЫХ СИСТЕМ ПО РАЗЛИЧНЫМ  
СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ.**

Серебренников А.Н., Полонский А.Б.



ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, 299011, Россия  
*swsilv@gmail.com*

На основании спутниковых данных о температуре поверхности океана и трех наборах данных о приповерхностном ветре, подготовленных разными научно-исследовательскими группами, приводится сравнительная оценка долгопериодных тенденций интенсивности крупнейших Атлантических (Канарского и Бенгельского) и Тихоокеанских (Калифорнийского, Перуанского и Чилийского) апвеллингов.

Для расчета тенденций интенсивности апвеллингов по пространственно-временной изменчивости температуры поверхности океана (ТПО) использовались спутниковые данные с разрешением  $0.05^\circ \times 0.05^\circ$  с 1982 по 2019 гг., подготовленные коллективом Group for High Resolution Sea Surface Temperature (<https://www.ghrsst.org>, версия v.2.0). По этим данным рассчитывались величины термического индекса апвеллинга, который определяется как разница ТПО между относительно холодным прибрежным апвеллинговым районом и более теплой, удаленной на некоторое расстояние от берега акваторией на одной и той же широте. В качестве апвеллингового района рассматривалась прибрежная полоса акватории шириной  $0.5^\circ$ , а удаленной акваторией считалась полоса такой же ширины, удаленная от берега на  $1.5^\circ$ .

Интенсивность апвеллинга также может развиваться как за счет экмановского переноса, который зависит от касательного напряжения ветра, вида береговой линии и параметра Кориолиса, так и за счет генерации вертикальной скорости, связанной с завихренностью поля касательного напряжения ветра на поверхности океана. Для расчета тенденций изменения интенсивности апвеллингов по суммарной экмановской скорости подъема воды, обусловленной экмановским сгоном (транспортом) и завихренностью дрейфовых течений, использовались три различных набора векторных данных с 6-ти часовым временным разрешением и пространственным разрешением  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ :

– данные о приповерхностном ветре (ПВ) Cross-Calibrated Multi-Platform Ocean Surface Wind за 31-летний период (с 1988 по 2018 гг.), версия v.2.0, полученные с сайта Physical Oceanography Distributed Active Archive Center, NASA ([www.remss.com](http://www.remss.com));

– комбинированные данные о ПВ с различных спутников за 27-летний период (с 1992 по 2018 гг.), полученные с сайта Copernicus Marine Environment Monitoring Service. Данные доступны по ссылке <https://marine.copernicus.eu>;

– комбинированные данные о скорости и направлении ПВ с различных спутников за 30-летний период (с 1988 по 2017 гг.), полученные с сайта National Centers for Environmental Prediction. Обновление этих данных на сайте <ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/seawinds/> прекратилось в 2018 г.

Различия абсолютных вертикальных скоростей, рассчитанных по этим данным и обусловленных сгонным эффектом и горизонтальной неоднородностью поля ветра, достигает нескольких десятков процентов. При этом все временные ряды демонстрируют общую тенденцию усиления апвеллингов с 1980-х-начала 1990-х гг., что подтверждает опубликованные данные об интенсификации восточных пограничных апвеллинговых систем (ВПАС) в период глобального потепления. Однако с конца 1990-х гг. интенсификация апвеллингов практически прекратилась. Это свидетельствует о важнейшей роли естественных климатических вариаций междесятилетнего масштаба в формировании изменчивости интенсивности апвеллингов в период проведения регулярных спутниковых измерений.

## **СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШОГО СЕВАСТОПОЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Климатические условия Севастополя благоприятны для оздоровления организма, лечения и профилактики многих болезней. Территория Севастополя относится к наиболее распространенному типу климатических курортов – приморскому. Мягкая зима и практически отсутствие удушающей жары летом позволяют отнести Севастополь к потенциально круглогодичным курортам. Целебные свойства природных факторов Севастополя, благоприятствуют развитию здесь климатотерапии. Всё больше туристов открывают для себя возможность совмещать приятный отдых на море с оздоровлением. Однако по сравнению с желающими отдохнуть и развлечься, количество туристов, посещающих Севастополь с лечеными целями, пока незначительно. Для развития лечебно-оздоровительной инфраструктуры на его территории важно определить рекреационную привлекательность его территории.

Цель настоящей работы изучить изменчивость биоклиматических показателей на территории города Севастополя, полученных по данным многодесятилетних гидрометеорологических характеристик, и выявить периоды максимальной комфортности для здоровых людей и людей с разными типами хронических заболеваний в разные сезоны года.

Информационной базой в работе послужили рассчитанные биоклиматические индексы: эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), весовое содержание кислорода в воздухе ( $\rho_{O_2}$ ), индекс ветрового охлаждения ( $H_w$ ). Для расчетов привлекались данные ре-анализа NCEP/NCAR R1 (сетка  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ ) и исторический архив восстановленных данных наблюдений E-OBS (v17.0) (сетка  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ) за период 1950–2018 гг. для города Севастополя, а также опубликованные материалы по климатолечению (В.Г. Бокша, Г.Д. Латышев, В.В. Ежов, В.И. Русанов и др.).

Совместный анализ изменчивости биоклиматических показателей в течение года и особенностей влияния климатических факторов на здоровых и больных людей выявил следующее. Температурные границы для климатолечения больных с наиболее распространенными заболеваниями находятся в пределах биоклиматических зон комфорта, и в некоторых случаях – у нижней границы теплого субкомфорта или верхней границы прохладного субкомфорта. Для здоровых людей температурные границы немного шире, что позволяет им более длительное время осуществлять различные виды рекреации. Для некоторых групп больных температурные границы могут расширяться. В частности, для больных, страдающие неспецифическими заболеваниями легких, и людей с сердечно-сосудистыми патологиями в начальной стадии климатолечение вполне комфортно у верхней границы теплого субкомфорта, а для больных с туберкулезом легких – у нижней границы прохладного субкомфорта.

Для практически здоровых людей период рекреационной активности может осуществляться в течение продолжительного периода, включая зимние месяцы, с проведением некоторых оздоровительных процедур (например, воздушных и солнечных ванн). Самыми комфортными месяцами для лечебно-оздоровительного туризма всех категорий людей, включая людей с хроническими заболеваниями, в степных и предгорных районах Севастополя являются май и сентябрь, а в прибрежной зоне, помимо этих месяцев, добавляются июнь и октябрь. В это время нет сильной жары и меньше душных дней, а воздух и море – теплые.

Полученные результаты могут быть полезны при формировании лечебно-оздоровительных программ в санаторных и различных рекреационных учреждениях Севастополя, для медицинских учреждений, при планировании и проведении различных социальных мероприятий на территории города, а также для обеспечения информацией населения о влиянии погодно-климатических факторов на здоровье.

## **ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ФАКТОРОВ РИСКА АНОМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*Сухонос О.Ю., Воскресенская Е.Н.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Природно-климатические условия Севастопольского региона определяют его привлекательность для развития экономической и социальной инфраструктуры. Учитывая продолжающийся рост численности населения, важным для региона является улучшение водообеспеченности, особенно в длительные засушливые периоды. Поэтому изучение климатических характеристик, как факторов риска аномального состояния водных объектов, актуально.

В настоящей работе с использованием данных ре-анализа E-obs за период 1950 – 2020 гг. выполнена оценка закономерностей изменений климатических показателей, косвенно характеризующих наполняемость водных объектов в Севастопольском регионе. В соответствии с рекомендациями группы экспертов по отраслевым климатическим индексам (ET-SCI), к таким показателям относятся индекс продолжительности экстремально теплых периодов (WSDI), максимальная продолжительность сухих периодов (CDD), количество волн тепла (HWN), индекс продолжительности волн тепла (HWD), число суток с осадками более 20 мм в сутки (R20mm), стандартизированный индекс осадков (SPI), индекс интенсивности осадков (SDII). Расчет индексов выполнен с помощью программы ClimPACT (Alexander et al., 2013).

Проведенный анализ показал следующие результаты. Максимальная продолжительность сухих периодов (CDD) достигает 70 дней, максимум продолжительности экстремально теплых периодов (WSDI) варьируется в пределах от 20 до 30 дней. За исследуемый период статистически значимых коэффициентов линейных трендов индекса WSDI и индекса CDD в Севастопольском регионе не обнаружено. Количество волн тепла (HWN) за период 1950 – 2020 гг. не превышало 8 случаев в год, а продолжительность волн тепла (HWD) достигала 19 дней. Изменения величин индекса HWN и величин индекса HWD характеризуются положительными коэффициентами линейного тренда, достигающими 0,03 ед./год и 0,08 сут./год, соответственно (тренды значимы на 99% уровне доверия). Вариация нормализованных отклонений осадков, т. е. стандартизированного индекса осадков (SDII), с различными временными интервалами показывает, что в период 1950 – 2020 гг. максимальные отклонения в сторону увлажнения территории наблюдались для всех расчетных интервалов в осенне-зимние месяцы 1997 года (SPI = 3,55 в октябре; 3,08 в декабре; 2,72 в ноябре; 2,82 в октябре – для трех-, шести-, двенадцати- и 24-месячных интервалов, соответственно). Максимально засушливым месяцем для расчетных интервалов 3, 6 и 24 месяца был апрель 2014 года (SPI = –2,37; –4,85; –3,88 для 3-, 6- и 24-месячных интервалов). Годовые величины индекса интенсивности осадков (SDII) варьируются в пределах от 3,9 до 7,1 мм/сутки. Статистически значимый на 95% уровне доверия коэффициент линейного тренда индекса SDII, рассчитанный за период 1950 – 2020 гг., достигает  $0,76 \times 10^{-2}$  мм/сутки в год.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках научного проекта № 20-45-920015 (№ госрегистрации AAAA-A20-120020490059-8).

Список использованной литературы:

Alexander L., Yang H., Perkins S. ClimPACT—Indices and Software. User Manual. 2013. Available online: [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/meetings/documen.ts/ETCRSCI\\_software\\_documentation\\_v2a.doc](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/meetings/documen.ts/ETCRSCI_software_documentation_v2a.doc).

## **АНОМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ВЕРХНЕГО СЛОЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ В 2010 ГОДУ**

*Сухонос П.А., Полонский А.Б.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

pasukhonis@mail.ru

В зимние месяцы 2009–2012 гг. в Атлантико-Европейском регионе (АЕР) наблюдались суровые погодные условия (Нестеров, 2017). Эти зимы были экстремально холодными. Фазы Североатлантического колебания (САК) в указанные зимы были экстремальны и противоположны. Зима 2009/2010 годов была одной из самых холодных зим в АЕР и в этот сезон зарегистрирован рекордно отрицательный индекс САК (Osborn, 2011). Интенсивная отрицательная фаза САК способствовала формированию трипольной структуры в поле аномалий температуры поверхности океана (АТПО) в Северной Атлантике (СА) в 2010 году (Taws et al., 2011).

Опубликованы различные точки зрения на возможные причины формирования аномально холодных зим в АЕР в конце 2000-х годов. Нами проанализирована аномальная структура верхнего слоя северо-восточной части СА в период 2000–2011 гг. по данным ре-анализов ORA-S3, GFDL, GODAS, GLORYS2v4 и объективных анализов Ishii и EN4.1.1.

Образование отрицательной аномалии температуры в верхнем перемешанном слое (ВПС) северо-восточной части СА зимой 2010/2011 годов в значительной степени обусловлено повторным появлением аномалии температуры океана, сформировавшейся зимой 2009/2010 годов. Несмотря на незначительные отличия, этот результат подтверждают почти все используемые массивы данных. Однако временной ход толщины ВПС соответствует эволюции аномалий температуры только по данным ре-анализов ORA-S3 и GODAS.

Мы оценили значимость эпизода повторного появления аномалий характеристик верхнего слоя с помощью корреляционного анализа однолетней пространственно-временной структуры аномалий толщины ВПС. Наши результаты показывают, что в конце 2000-х годов аномалии толщины ВПС сохранились от одной зимы к другой одновременно с повторным появлением АТПО, а в начале 2000-х годов развитие такого события не наблюдалось.

Анализ численных экспериментов показал, что реакция атмосферы на повторное появление трипольной структуры ТПО в СА проявляется во временном ходе САК, которое создало эту трипольную структуру ТПО предыдущей зимой (Cassou et al., 2007). Аномалии характеристик ВПС, сформированные зимой 2009/2010 годов в северо-восточной части СА при отрицательной фазе САК, испытали повторное появление зимой 2010/2011 годов. Указанный регион приурочен к северному полюсу трипольной структуры ТПО. Повторное появление аномалий температуры и толщины ВПС здесь совпало с сохранением сильной отрицательной фазы САК в ноябре-декабре 2010 года. Полученные результаты в целом не противоречат выводам модельного исследования (Cassou et al., 2007). Отметим, что повторного появления АТПО не произошло после зимы 2010/2011 годов. Это обусловлено тем, что отрицательные АТПО в конце зимы 2010/2011 годов были значительно слабее, чем в конце зимы 2009/2010 годов, и не оказали существенного влияния на формирование АТПО осенью 2011 года (Нестеров, 2017).

Список использованной литературы:

Нестеров Е.С. Об экстремальных зимах в Европе в 2009–2012 годах // Труды ГМЦ РФ. 2017. № 364. С. 65–80.

Osborn T.J. Winter 2009/2010 temperatures and a record breaking North Atlantic Oscillation index // *Weather*. 2011. V. 66. № 1. P. 19–21. DOI: 10.1002/wea.660

Taws S.L., Marsh R., Wells N.C. et al. Re-emerging ocean temperature anomalies in late-2010 associated with a repeat negative NAO // *Geophys. Res. Lett.* 2011. V. 38. P. L20601. DOI: 10.1029/2011GL048978

Cassou C., Deser C., Alexander M.A. Investigating the impact of reemerging sea surface temperature anomalies on the winter atmospheric circulation over the North Atlantic // *J. Climate*. 2007. V. 20. № 14. P. 3510–3526. DOI: 10.1175/JCLI4202.1

### **О ГЕНЕРАЦИИ ИНДООКЕАНСКОГО ДИПОЛЯ**

*Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

uzundja@mail.ru

Индоокеанский диполь (ИД) является одним из главных региональных механизмов перераспределения тепла в Индийском океане. События ИД проявляются в виде противофазных межгодовых колебаний характеристик взаимодействия океана и атмосферы в западной и восточной частях экваториально-тропической зоны Индийского океана. Согласно последним исследованиям (Saji, 2018), ИД может быть, как следствием событий Эль-Ниньо - Южное колебание (ЭНЮК) в Тихом океане так и быть независимым от них и возникать из-за климатической изменчивости присущей Индийскому океану.

Ранее было высказано предположение, что самостоятельная генерация событий ИД, как внутренней Индоокеанской моды, может возникать за счет неустойчивости системы зональных течений. Данная неустойчивость может возникать в критическом слое, в котором фазовая скорость волн Россби совпадает с зональной скоростью средних течений. С помощью климатических данных за 1979 – 2018 гг., на среднегодовом масштабе, было показано, что в окрестности 11°–12° ю.ш. формируется критический слой, в котором фазовая скорость волн Россби равна средней скорости зональных течений. В этом слое свободные волны Россби должны поглощаться. Именно здесь вероятно развитие неустойчивости системы зональных течений, подверженных интенсивной сезонной изменчивости (Полонский и др., 2020).

Целью настоящей работы является изучение влияния неустойчивости системы зональных течений на генерацию ИД. Для этого идентифицируются все случаи возникновения критического слоя в южной части экваториально-тропической зоны Индийского океана в отдельные месяцы за период 1979–2018 гг.

В работе использованы данные оперативного ре-анализа (ORAS5) Европейского центра среднесрочного прогноза погоды (ECMWF) за 1979 – 2018 гг. по вертикальному распределению потенциальной температуры, солёности и зональной компоненты скорости течений для региона, ограниченного координатами 7,5°–15,5° ю.ш. и 50°–100° в.д. По этим данным для каждого месяца с помощью стандартной теории планетарных волн вычислялась фазовая скорость низшей бароклинной моды длинных волн Россби и определялось наличие критического слоя. Для каждого критического слоя устанавливалась его протяженность, а полученные временные ряды этой характеристики сравнивались с изменчивостью индекса моды диполя.

Показано, что большинство случаев возникновения критического слоя приурочено к началу позитивных событий ИД и происходит за один-два месяца до начала развития этих событий. Это свидетельствует о том, что наличие неустойчивости системы зональных течений, обычно приуроченной к критическому слою, может быть причиной генерации ИД и асимметрии амплитуды индекса моды диполя между позитивными и негативными событиями.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00183.*

Список использованной литературы:

Saji N.H. The Indian Ocean Dipole // Oxford Research Encyclopedia of Climate Science. 2018. P. 1–46.

Полонский А.Б., Торбинский А.В., Губарев А.В. Идентификация механизмов формирования Индоокеанского диполя // СКОС. – 2020. – № 2 (40) – С. 13–19

## **ОСОБЕННОСТИ ПАВОДКА 2021 Г. НА МАЛЫХ РЕКАХ СЕВАСТОПОЛЯ**

*Хорошунова Д.А.*

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, г. Севастополь, Россия

*dashakhoroshunova@gmail.com*

Малые реки быстро реагируют на климатические изменения в бассейне. При достаточно крутом уклоне энергетический потенциал их таков, что они могут до неузнаваемости измениться во время паводков и паводков. В июне-июле 2021 года на реках Севастопольского региона, а также в некоторых других частях Крымского полуострова наблюдалось повышение расходов воды в связи с выпадением аномального для данного времени года количества осадков. Последствия паводка были рассмотрены 3 и 4 июля 2021 года на реке Чёрная и её притоках: реках Узунджи, Боса, Календа, Байдарка, Сухая.

Обследование русел рек показало, что при прохождении паводка были снесены гидрологические рейки, установленные ранее для изучения уровней максимальных паводков на притоках реки Чёрная. Был нанесен большой ущерб рекреационной зоне возле Скельской пещеры: потоком воды снесена вся экскурсионная инфраструктура. О подъёме воды на некоторых притоках реки Чёрная (р. Календа, р. Боса, р. Узунджи, р. Сухая, р. Байдарка), можно косвенно судить по так называемым меткам высоких вод, которые оставил поток воды выше русла приблизительно на 1 м в нижних частях деревьев в виде наваленных сучьев, веток и опавшей листвы. Русла рек Календа и Боса завалены крупным валунно-глыбовым материалом, что также свидетельствует о внушительной энергии потока. При этом воды в руслах рек Календы и Босы на 03.07.2021 г. не наблюдалось. Это может объясняться типом речного аллювия на данных реках, а также карстовыми процессами, которые могут развиваться в пределах данных речных долин, расположенных на границе Байдарско-Балаклавского и Ай-Петринского карстового районов [1]. Сток воды на реках Боса и Календа в определенный момент времени перешел из поверхностного в подрусловой. На реке Байдарка в её верхнем течении вблизи села Орлиное также остались следы мощного паводка: высокая пойма реки погребена под валунно-глыбовым материалом. Размер глыб достигает до 80 см в диаметре. На 03.07.2021 г. ширина русла, заполненного водой, визуально составляла не более 0,5 м. Расход воды в реке, измеренный гидрометрической вертушкой, составил приблизительно 0,000091 м<sup>3</sup>/с. На правом борту речной долины отчетливо обозначалась начальная стадия развития овражно-балочной сети. На реке Сухой, вблизи села Резервное, с обеих сторон речной долины растительность повалена в сторону движения потока воды. Расход воды в реке составляет приблизительно 0,015 м<sup>3</sup>/с. У реки Чёрная на гидропосте вблизи села Родниковое расход воды на 03.07.2021 г. составил 0,5465 м<sup>3</sup>/с. При этом о высоком подъёме воды свидетельствуют метки высоких вод, большое количество вынесенного щебнистого материала. Ниже по течению реки был повален железный забор.

Таким образом, какие-либо изменения в руслах малых рек Севастополя происходят в основном во время паводка, так как остальное время сток воды очень мал или отсутствует вообще.

Список использованной литературы:

Вахрушев Б.А. Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология и карстология, - №3. – Симферополь. – 2009. – С. 39-46.

Реки и озёра Крыма // А.Н. Олиферов, З.В. Тимченко - Симферополь: Доля, 2005. – 216 с.

**ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЗИМОЙ НА СЕВЕРЕ И В ЦЕНТРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ**

*Черенкова Е.А.*

Последнее десятилетие XX-го и начало XXI-го века характеризовались значимым потеплением в зимний период на территории Европейской России (ЕР), причем преобладал незначительный рост осадков во многих регионах (Второй, 2014). Изменения были обусловлены высокими темпами потепления в Арктике, стремительным сокращением площади арктических морских льдов и изменениями температуры поверхности океана, приведшими к перестройке крупномасштабной и региональной атмосферной циркуляции (Семенов, 2015; Черенкова, 2017; Francis, 2012). В результате в различных регионах Северной Евразии наблюдались существенные изменения компонентов гидрологического цикла, в том числе, увеличение числа сильных снегопадов в Европе (Liu, 2012).

Были исследованы изменения некоторых характеристик суточного термического режима и режима осадков зимой в период 1991-2020 гг. Установлено, что среди значимых трендов изменений повторяемости снегопадов средней интенсивности на севере и востоке ЕР преобладали положительные тренды, свидетельствующие о росте числа таких снегопадов (со скоростью до 1-2 дня/10 лет) (рис. 1а). Увеличение числа сильных снегопадов наблюдалось на большей части территории ЕР, а области их значимого роста со скоростью, не превысившей 2 дня/10 лет, охватывали ощутимо большую по размеру территорию на севере и востоке ЕР по сравнению со средними снегопадами (рис. 1б). Вместе с тем, обнаружено увеличение числа переходов через 0°C, доминирующее на рассмотренной территории ЕР. При этом наибольший статистически значимый рост отмечался на Европейском севере России (со скоростью до 2-6 дней/10 лет), в центре ЕР (со скоростью: до 2-5 дней/10 лет на юго-западе и до 4-5 дней/10 лет на востоке).

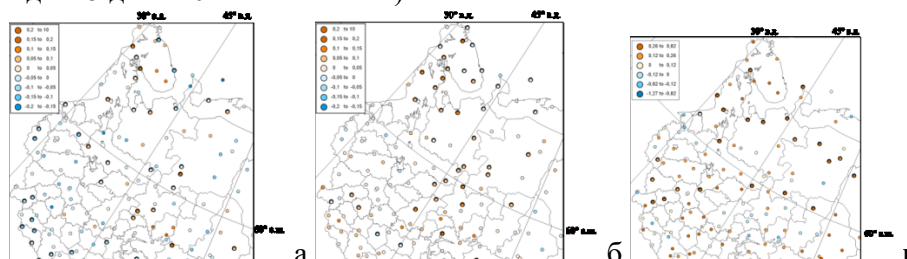


Рисунок 1 – Тренды изменений: числа снегопадов средней интенсивности (2-5 мм/сутки/год) (а) и сильной интенсивности (2-5 мм/сутки/год) (б), а также переходов через 0°C (число дней/год) (в) зимой в период 1991-2020 гг. по суточным данным сумм осадков, минимальных и максимальных температур воздуха из архива ВНИИГ-МИ-МЦД (<http://meteo.ru/>). Статистически значимые на уровне 0.05 коэффициенты линейного тренда показаны кружками с обрамлением толстой линией черного цвета.

Выявлены регионы статистически значимых одновременных негативных изменений термического режима и режима осадков (сильных снегопадов) зимой, способных оказывать негативное влияние как на компоненты окружающей среды (в частности, на растительность в лесной ландшафтной зоне), так и на объекты инфраструктуры (например, функционирование дорожной сети, затраты на уборку улиц и магистралей, изменение качества дорожного покрытия). Эти регионы расположены в основном на севере ЕР в Архангельской области (в прибрежной части Белого моря), в Карелии, на юге Мурманской области. В центре ЕР подобные регионы обнаружены в Калужской области, на востоке Вологодской области и на севере Пермского края (рис. 1б и 1в).

Исследование повторяемости снегопадов на Европейском севере России выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-77-20123), анализ устойчивости термического режима выполнен в рамках научной темы 0148-2019-0009.

#### Список использованной литературы:

- Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М: Росгидромет, 2014. – 1003 с.
- Семенов В.А. Колебания современного климата, вызванные обратными связями в системе атмосфера - арктические льды - океан. // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2015. – Т. 1. – С. 232-248.
- Черенкова Е.А., Семенов В.А. Связь зимних осадков на территории Европы с изменениями ледовитости арктического бассейна, температуры океана и атмосферной циркуляции // *Метеорология и гидрология*. – 2017. – Т. 4. – С. 38-52.
- Francis J. A. and Vavrus S. J. Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes // *Geoph. Res. Lett.* – 2012. – 39.
- Liu J., Curry, J. A., Wang, H., Song, M., and Horton, R. M. Impact of declining Arctic sea ice on winter snowfall. // *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. – 2012. – V. 109. – P. 4074-4079.





**СЕКЦИЯ 3**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**



## **РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КРЫМА**

*Агаркова-Лях И.В.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

*iva\_crimea@mail.ru*

Усиление антропогенного преобразования Крымского побережья ведет к перемещению зоны хозяйствования человека к районам со сложными геолого-геоморфологическими условиями. Одним из таких участков в юго-западной части полуострова являются берега Севастополя от м. Виноградный до м. Айя.

Цель работы – обобщить и проанализировать доступную информацию о динамике опасных экзогенных геологических процессов между м. Виноградный и м. Айя за период с начала 80-ых гг. XX в.

Несмотря на доминирование на исследуемых берегах сравнительно прочных пород, их значительные высота и уклоны в комплексе с гидрометеорологическими и хозяйственными факторами, способствуют развитию обвалов, оползней, камнепадов, осыпей и селевых процессов. Из-за малой изученности и слабого освоения побережья, до начала 2000-ых гг. опасные экзогенные процессы здесь фиксировались редко. Наиболее масштабными событиями этого периода были: сель в урочище Кокия (5,0 тыс. м<sup>3</sup>; июль 1980 г.) и обвал в урочище «Затерянный мир» у м. Айя (90,0 тыс. м<sup>3</sup>; июнь 1997 г.); обвал у базы отдыха «Каравелла» пос. Фиолент (40,0 тыс. м<sup>3</sup>; конец 1999 г.).

С созданием садовых товариществ и строительством сезонных средств размещения, возросла хозяйственная и рекреационная нагрузка на побережье, а с ними усилилась частота экзогенных геологических процессов. Их опасность заключается в способности возникать внезапно, характеризоваться экстремальными значениями и наносить существенный урон деятельности человека.

Оценка экзогенных событий за период с 2000-ых гг. позволила установить наибольшую повторяемость для обвалов и камнепадов, которые интенсифицируются летом. Так, только в летний период 2018-2021 гг. произошли три обвала и два камнепада (у м. Фиолент, на пляжах «Царское село» и «Васили», г. Спилия у Балаклавы). Активизация оползней отмечается в осенне-зимний период (Агаркова-Лях, 2019).

Таким образом, прибрежная зона между м. Виноградный и м. Айя является районом высокой активности экзогенных процессов и опасности для людей, в особенности, в теплое время года, когда невозможно контролировать их стихийные передвижения и отдых на «диких» пляжах. Важную роль в обеспечении береговой безопасности должен сыграть регулярный мониторинг экзогенных процессов и осуществление мероприятий по берегозащите; выделение всего побережья в «красную» зону и ее нанесение на туристические карты; размещение предупреждений и запретов посещения самых опасных участков. Можно прогнозировать периоды активности экзогенных процессов, однако знать наверняка, когда произойдет очередной обвал, невозможно. Поэтому остается констатировать, что отдых на описываемых берегах можно отнести к категории экстремального.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ госрегистрации АААА-А19-119031490078-9).*

Список использованной литературы:

Агаркова-Лях И.В., Лях А.М. Состояние берегов и экзогенные геологические процессы между мысами Виноградный и Айя на Юго-Западном побережье Крыма // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – Природного заповедника РАН. 2019. №2 (10). С.76-89.

## СОСТАВ БЕНТОСНОЙ АЛЬГОФЛОРЫ НА ГЛУБОКОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Андреева Н.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
andreeva.54@list.ru

С целью пополнения коллекции микроводорослей и цианобактерий изучались культивируемые формы фитобентоса в образцах грунта, взятых в глубоководных сероводородных зонах Черного моря: литоральной (100–1000 м) и зоне свала глубин (1000–2200 м). Исследования проводились в течение шести экспедиций на научно-исследовательском судне «Профессор Водяницкий» в 2019–2021 годах. В процессе работы были изучены образцы донных отложений, отобранные на 27 станциях, семь из которых располагались в зоне свала глубин. Образцы (по 0,5 г) помещались в пробирки с 10 мл жидкой модифицированной среды Громова № 6 (приготовленной на морской воде) и культивировались в светостате в течение 30–120 суток. При микроскопировании использовался световой микроскоп при увеличении  $\times 400$ . Фотографирование культур проводилось при помощи цифровой насадки биологического микроскопа Levenhuk 740T с применением компьютерной программы Levenhuk ToupView и дальнейшей обработкой изображений в программе Adobe Photoshop CS3 Extended.

Как показали исследования, в образцах, взятых с глубины 1000–2200 м в процессе культивирования были выявлены немногочисленные организмы: диатомовые водоросли *Skeletonema*, неидентифицированные диатомеи и цианобактерии (*Synechococcus* и др.), зелёные одноклеточные водоросли, а также другие формы неясного систематического положения, в том числе споры и лентообразные организмы.

Наличие в глубоководных осадках из сероводородной зоны Черного моря жизнеспособных спор и цист микроводорослей, которые могли прорасти в условиях лабораторного культивирования на питательной среде также отмечено в работе Теренько и Нестеровой (Теренько, 2011).

Образцы грунта, отобранные на глубине 100–1000 м отличались бóльшим родовым разнообразием цианобактерий и эукариотических микроводорослей. При культивировании на питательной среде здесь были выявлены цианобактерии родов *Synechococcus*, *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Leptolyngbya*, *Chroococidiopsis* и несколько видов осцилляториевых, в том числе, *Spirulina*. Среди диатомовых водорослей обнаруживались представители родов *Navicula*, *Pinnularia*, *Pleurosigma*, *Entomoneis*, *Cymbella*, *Amphora*, *Cylindrotheca*, *Skeletonema*, *Melosira* и другие неидентифицированные диатомеи, а также одноклеточные зелёные формы и лентообразные организмы неясного систематического положения. Необходимо отметить, что глубоководные цианобактерии часто имели насыщенную фиолетовую окраску, вероятно, вследствие содержания большого количества в клетке фикобилинового пигмента фикоэритрина. Его максимум поглощения световой энергии 565 нм (зелёная область спектра). Именно зелёные лучи глубже всего проникают через толщу воды и поэтому при освещении зеленым светом преимущество имеют цианобактерии с преобладанием фикоэритрина (Stomp, 2004).

В результате исследований было получено три накопительных культуры цианобактерий, в состав одной из которых входили осцилляториевые формы, в том числе, *Spirulina*, а в двух других доминантными были представители рода *Microcystis*. Кроме того, был выделен один альгологически чистый штамм *Chroococidiopsis*.

В дальнейшем работа в этом направлении будет продолжена, так как цианобактерии и микроводоросли, обитающие в экстремальных условиях, могут представлять интерес для различных областей биологической науки.

Список использованной литературы:

Теренько Л.М., Нестерова Д.А. Микроводоросли в донных осадках Черного и Адриатического морей // Экологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: Зб. наук. пр. Севастополь, 2011. Вип. 25. Т. 1. С. 299–310.

Stomp M., Huisman J., de Jong F., et al. Adaptive divergence in pigment composition promotes phytoplankton biodiversity // Nature. 2004. Vol. 432. P. 104–107.

## **МОНИТОРИНГ БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ НАДВОДНО-ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ**

*Бабаев Б. Г., Пантелей Е., Мочалкин А.Н.*

СамГТУ “Институт автоматизации и информационных технологий”, г. Самара, Россия  
babaev.bogdan.ru@gmail.com

Источники чистой пресной воды на планете ограничены и уменьшаются из-за деятельности человека. Только на территории России ежегодно образуется около 40,1 млрд. м<sup>3</sup> вод, загрязненных стоками (Бадёра, 2020). Наибольшую проблему загрязнения пресных вод, являются бытовые сточные воды.

Сливаемые в водоёмы отходы имеют большую температуру, чем воды в водоемах, в такой воде с повышенной скоростью образуются бактерии и водоросли. Анализируя изображения, сделанные спутником Sentinel 2B/MSI в летний период 2021 года, наблюдаются, характерные очаги размножения сине-зелёных цианобактерий в бассейне реки Волга близ городов Самары и Тольятти. По цвету и концентрации живых организмов можно определить место выбросов. Но слив коммунальных и бытовых сточных вод происходит круглогодично, а водоросли и микроорганизмы активно растут при температуре больше 23°C (Давидович, 2018). Необходимо разработать метод определения мест загрязнения водоемов, используя который можно обнаружить незаконный выброс в любое время года.

На базе СамГТУ совместно с ООО "НПК "Сетецентрические Платформы" разработаны автономные обитаемые надводно-подводные аппараты (АННПА) для контроля состояния пресных водоемов и гидротехнических сооружений «Глайдерон» и «Калан» (Абросимов, 2021). АННПА «Глайдерон» может нести 80 кг полезной нагрузки, что позволяет разместить устройства забора воды датчики концентрации живых организмов в воде. Аппарат сможет производить анализ и поиск места выброса в автоматическом режиме. Используя дополнительно установленные на борту гидролокаторы бокового обзора с дальностью до 50 метров возможен поиск места сброса и получение доказательств с GPS координатами.

Были разработаны методы и алгоритмы работы АННПА для поиска мест слива на р. Волга. В общем случае, аппараты проходят заданную территорию в автоматическом режиме по поверхности воды для поиска потенциальных подозрительных мест, в которых осуществляют сбор проб, сохраняя местоположение забора проб. В последующем, потенциальные места проверяются в ручном режиме на разных глубинах.

Незаконные сливы – это опасность не только для человека, но и для всех биологических видов, обитающих в водоемах и близ водоемов. Круглогодичное обнаружение выбросов традиционными методами трудозатратно, так как невозможно без участия человека и имеет невысокую точность, т.к. невозможно обнаружить подводный слив не осуществив погружение. Проверки производятся в следствии жалоб местных жителей и процесс обнаружения и устранения проблемы растягивается на годы. При использовании автономных аппаратов этот процесс можно сделать более быстрым и экономически целесообразным.

Список использованной литературы:

Бадёра, Е. В. Загрязнение поверхностных вод в России / Е. В. Бадёра, Е. О. Реховская. — Текст : // Молодой ученый. — 2020. — № 23 (313). — С. 473-475.

Давидович О. И., Давидович Н. А., Муже Ж.-Л. Влияние температуры на вегетативный рост и половое воспроизведение двух видов диатомовых водорослей рода *Haslea*. Журнал биология моря. 2018; 10-15.

Абросимов В. К., Мочалкин А.Н., Трусилов В.Т., Пантелей Е., Гидроакустические исследования подводной части опор мостов. Путь и путевое хозяйство. 2021; 7-11.

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИОФИЛИЗАТА ГОНАД МОРСКОГО ЕЖА *STRONGYLOCENTROTUS*

Гладчук А.С.<sup>1,2</sup>, Кажяева Н.М.<sup>3</sup>, Бабаков В.Н.<sup>3</sup>, Роговская Н.Ю.<sup>3</sup>, Федотов А.Д.<sup>1</sup>,  
Мельникова М.В.<sup>1</sup>, Краснов К.А.<sup>1</sup>, Подольская Е.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г.п. Кузьмоловский, ст. Капитолово, Россия  
com

Морские ежи – донные обитатели северных и бореальных морей Атлантического и Тихого океанов. Гонады морских ежей широко используются в современной медицине, поскольку они содержат уникальный набор биологически активных веществ (БАВ). Икру морских ежей и БАД на ее основе рекомендуют для ускорения реабилитации после различных заболеваний, для профилактики атеросклероза и онкологических заболеваний, в качестве геропротекторного средства и многих других целей.

В настоящей работе был исследован состав лиофилизата икры камчатского зеленого морского ежа *S. droebachiensis* – одного из важнейших промысловых представителей данного семейства. Проведена оценка компонентного состава липофильной и белковой фракций лиофилизата гонад *S. droebachiensis* с использованием хроматографических и масс-спектрометрических методов. В липофильной фракции был определён набор жирных кислот (ЖК), из которых 6 относятся к насыщенным ЖК, 7 – к мононенасыщенным и 10 – к полиненасыщенным, часть из которых принадлежат к комплексам омега-3 и омега-6, идентифицирован ряд каротиноидов ( $\beta$ -каротин, эхиненон, кантаксантин). Методами МАЛДИ-МС и наноВЭЖХ-МС идентифицировано 253 белка. Показано, что в процессе лиофилизации не происходит трансформации СЖК, набора основных каротиноидов и заметной деградации белковых соединений.

При исследовании острой токсичности лиофилизата икры ежа *S. droebachiensis* при внутрижелудочном введении на крысах в дозе 2000 мг/кг гибель животных отсутствовала, клиническое состояние подопытных животных было удовлетворительным на протяжении всего эксперимента. По показателям острой токсичности лиофилизат икры ежа относится к 5 классу «практически не токсичных веществ». С помощью технологии мониторинга клеточного индекса в реальном времени (iCelligence RTCA) определена цитотоксичность и биологическая активность липидного экстракта и водной суспензии лиофилизата гонад *S. droebachiensis* на клеточной линии гепатомы человека НераRG. Установлено, что липидный экстракт в концентрациях свыше 500 мкг/мл проявляет цитотоксическое действие, а в диапазоне концентраций 10-100 мкг/мл – цитостатическое действие, вероятно связанное с индукцией дифференцировки клеток. Водная суспензия в диапазоне концентраций 10-50 мкг/мл продемонстрировала усиление пролиферации клеток НераRG относительно контроля и снижение уровня пролиферации ниже контрольного уровня при концентрации выше 100 мкг/мл. При моделировании переваривания водной суспензии лиофилизата гонад *S.* в ЖКТ было выявлено, что фракция гидрофильных пептидов усиливает пролиферацию клеток НераRG. С помощью многопараметрического иммунофлуоресцентного метода по технологии Lumipex xMAP проанализированы ключевые киназные каскады в клетках НераRG через 24 ч после действия водной суспензии и липидного экстракта. Установлено, что липидный экстракт активирует киназы ERK 1/2 (pT185/pY187), JNK (pT183/pY185) p38 (pT180/pY182), вероятно индуцируя дифференцировку клеток. Липидный экстракт также активирует киназу Akt1 (pS473) и снижает активность транскрипционного фактора STAT3 (pS727). Водная суспензия также активирует киназу Akt1 (pS473) и снижает активность транскрипционных факторов CREB (pS133), NF-kB (p65 по S536), STAT3(pS727) и STAT5 (pY694/699). На основе полученных данных можно предполагать противовоспалительные свойства водной суспензии лиофилизата гонад морского ежа *S. droebachiensis*.

**ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ ЗАМКНУТЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ С ОКИСЛИТЕЛЕМ ВОЗДУХОМ В ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ  
ПОДВОДНЫХ НЕСУЩИХ ПЛАТФОРМ.**

*Дологлонян А.В.<sup>1</sup>, Матвеев В.Т.<sup>1</sup>, Очеретяный В.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
dologlonyan@mail.ru

При освоении полезных ископаемых морей и океанов, а также Арктического шельфа, подводная техника может выполнять как технологические операции, так и функции обслуживания и контроля подводных объектов. Возможности подводной техники в определенной степени зависят от мощности и эффективности энергетических установок аппаратов. Среди различных типов энергоустановок вызывает интерес замкнутые газотурбинные установки, как более энергоэффективные, способные в одноконтурном варианте с различными способами усложнения рабочего цикла двигателя работать на органических видах топлива.

В качестве окислителя органического топлива можно использовать сжатый воздух, который на подводных аппаратах хранится в специальных баллонах. При нахождении подводного аппарата в надводном положении баллоны пополняются сжатым воздухом либо от объекта базирования, либо от штатного воздушного компрессора.

Новое рабочее тело включает в себя продукты сгорания органического топлива, азот (в значительном количестве), а также пары воды. Теплоемкость нового рабочего тела мало отличается от традиционного, что позволяет модернизировать существующие атмосферные ГТД в ЗГТД и в надводном положении работать в открытом цикле.

Главный двигатель в судовом пропульсивном комплексе является всережимным, часто длительно работающим на частичных нагрузках. Поэтому важно повысить экономичность ЗГТУ на переменных режимах. Изменение характеристик ЗГТУ на частичных нагрузках можно осуществить за счет управления рабочим процессом в ГТД.

Изменить эффективный КПД в ЗГТУ при переменном режиме работы возможно посредством применения регулируемого соплового аппарата (РСА) в свободной силовой турбине.

В общем случае при расчете характеристик ГТД на частичных нагрузках применяется параметр расхода, определяемый по формуле:

$$A = \bar{G}_k (T_3/T_{03})^{0,5}, \quad (1)$$

где  $\bar{G}_k$  – относительный расход рабочего тела;  $T_3$  и  $T_{03}$  – начальные температуры газа в двигателе (текущее значение и номинальное).

Для свободной силовой турбины с РСА формулу (1) можно записать в виде:

$$A = \bar{G}_k (T_3/T_{03})^{0,5c}, \quad (2)$$

то есть изменения характеристик силовой турбины будет производиться в зависимости от изменения отношения начальных температур газа в ГТД, характеризующего работы двигателя на частичных нагрузках, а также параметра  $c$ , который характеризует раскрытие проточной части РСА.

Проведенные исследования показали, что:

1. В качестве главной установки в пропульсивном комплексе подводных несущих платформ целесообразно применять ЗГТУ с регенерацией теплоты, которые более экономичны по сравнению с ЗГТУ простого цикла.

2. Применение в силовой турбине ЗГТУ регулируемого соплового аппарата позволяет повысить эффективный КПД на частичных режимах нагружения.

3. Конструктивное исполнение ЗГТУ в одноконтурном варианте, где применяется углеводородное топливо и окислитель – воздух, исключает необходимость иметь специальную инфраструктуру берегового базирования.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00469.*

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Дологлонян А.В.<sup>1</sup>, Стребков Д.С.<sup>2</sup>, Матвеев В.Т.<sup>1</sup>, Стаценко И.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия  
dologlonyan@mail.ru

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является важным резервом снижения энергоемкости продукции объектов народного хозяйства. Однако стоит заметить, что не все ВИЭ могут обеспечивать устойчивое и постоянное энергоснабжение. Так, солнечные и ветровые энергетические установки имеют жесткую зависимость от погодных условий, поэтому требуют дублирования мощности и аккумулирования энергии. Для компенсации этого недостатка целесообразно интегрировать эти установки в состав традиционных или в состав установок, использующих ВИЭ постоянной мощности (геотермальный, вторичные энергоресурсы). Это позволит избежать излишнего дублирования и снизить удельную стоимость установок, использующих ВИЭ. Наиболее универсальной является солнечная энергия особенно в южных районах РФ, поскольку существует множество устройств, конвертирующих эту энергию в тепло, холод и электричество.

Авторы исследовали гибридные солнечные микрогазотурбинные установки (МГТУ) на базе микрогазотурбинных двигателей (МГТД) простого цикла (ПЦ), ПЦ с регенерацией теплоты (Р), ПЦ с турбокомпрессорным утилизатором (ТКУ) и ПЦ с ТКУ и Р с интегрированным фокусирующим солнечным коллектором (ФСК) (схема установки ПЦ с ТКУ представлена на рис. 1) для климатических условий Крыма и г. Абу-Даби (тропический климат).

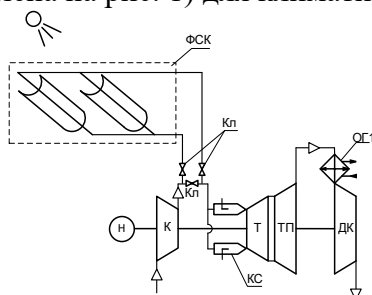


Рисунок 1 – Схема когенерационного варианта гибридной солнечной МГТУ простого цикла с ТКУ: К – компрессор; КС – камера сгорания; Т – турбина; ОГ1 – охладитель газов; Н – нагрузка; ФСК – фокусирующий солнечный коллектор; Кл – переключающиеся клапаны ТП – турбина перерасширения; ДК – дожимающий компрессор.

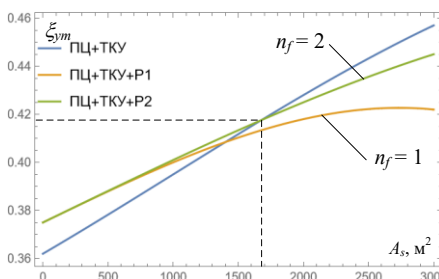


Рисунок 2 – Зависимость среднегодового коэффициента использования топлива ( $\xi_{ym}$ ) гибридных солнечных МГТУ на базе ПЦ+ТКУ и ПЦ+ТКУ+Р от площади апертуры ( $A_s$ ) и количества параллельных потоков воздуха ( $n_f$ ) ФСК для климатических условий Крыма.

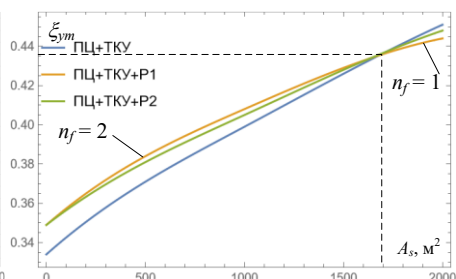


Рисунок 2 – Зависимость среднегодового коэффициента использования топлива ( $\xi_{ym}$ ) гибридных солнечных МГТУ на базе ПЦ+ТКУ и ПЦ+ТКУ+Р от площади апертуры ( $A_s$ ) и количества параллельных потоков воздуха ( $n_f$ ) ФСК для тропического климата.

Проведенные исследования показали, что:

1. Тропический климат создает более благоприятные условия для работы солнечных коллекторов и менее благоприятные для ГТД.
2. Гибридные установки, не содержащие в своем составе регенератора, в условиях умеренного климата на максимальных площадях ФСК оказываются более эффективными, чем аналогичные в условиях тропического климата за счет более экономичной работы ГТД.
3. При одинаковых площадях ФСК гибридные установки в условиях тропического климата имеют преимущество (см. рис. 2 и 3) за счет более высокого КПД ФСК, учитывая, что при умеренном климате в зимние месяцы использовать ФСК в составе регенеративных циклов невозможно из-за низкой интенсивности солнечной радиации и высокой температуры на входе в ФСК.



## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Егоркин А.А.*

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, Балашиха, 143900, Россия  
egorkin1974@yandex.ru

Под понятием «специальный объект» предполагается понимать объекты на которых присутствует большое количество различных по природе источников потенциальной опасности (токсические, взрывчатые, радиационные, электромагнитные).

Актуальным является развитие совершенствования методологии оценки воздействия на окружающую среду с целью повышения эффективности обеспечения экологической безопасности. Совершенствование методологии базируется на принятых нормативных документах, одними из которых являются - Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию, Экологическая доктрина, Стратегия национальной безопасности.

Совершенствование методологии предполагает разработку и использование информационно-моделирующей системы поддержки и принятия решений (ИМСППР), которая позволит соединить различные методики для оценки и прогнозирования обстановки, представления результатов вычислительных и имитационных экспериментов, прогнозирования ситуации и возможность управления предполагаемыми рисками с учетом экономического эффекта.

Для разработки ИМСППР необходимо решение ряда задач:

1. Анализ мероприятий, проводимых на специальном объекте для обеспечения экологической безопасности.
2. Формирование требований к ИМСППР с использованием критериев и показателей воздействий на окружающую среду.
3. Разработка концептуальной схемы структуры ИМСППР.
4. Обоснование структуры и решаемых задач блоками, входящими в ИМСППР на основе анализа методологии построения информационных систем.

Одним из элементов структуры ИМСППР предполагается использовать программы математического и имитационного моделирования экологической обстановки для получения информации необходимой при принятии управленческого решения.

Предлагаемая система может быть связана с базой видеообразов, с помощью которой потребителю информации дают визуальные объяснения и подсказки относительно действий по принятию решения. Кроме того, в систему возможно загрузить справочно-обучающие материалы для подготовки специалистов по действиям в сложившейся обстановке. Анализ сложившейся обстановки предполагается проводить с помощью сопоставления результатов расчетов с критериями и показателями, введенными пользователем или содержащимися в базе знаний и данных нормативных документов. На основе результатов анализа обстановки и базы данных вычислительных экспериментов, а также планов по ликвидации аварийных ситуаций можно выработать рекомендации по проведению мероприятий обеспечения экологической безопасности специального объекта.

Список использованной литературы:

Замай С.С., Якубайлик О.Э. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города: Учеб. пособие / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1998. 109 с.

Копытенкова О.И., Аль Маджми Салих Сауд Якуб. Использование метода трехмерного математического моделирования в практике геоэкологических исследований // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016).

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ СУДОВ И СООРУЖЕНИЙ**

*Истомин В.В.<sup>1</sup>, Клименко А.Г.<sup>1</sup>, Тверская С.Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
kag195877@gmail.com

В лаборатории экоэнергетики ведется разработка программ использования экономических ходовых режимов при эксплуатации судов, рассчитываются их основные показатели энергоэффективности. Рассматриваются вопросы разработки концепции комплексного проектирования и оптимизации систем очистки нефтесодержащих вод (НСВ), сущностью которой является то, что повышение эффективности очистки и ресурса работы систем при минимальной стоимости и энергопотреблении достигается активным воздействием на характеристики полидисперсной неоднородной среды – нефтеводяной эмульсии на всех стадиях очистки, что позволяет: на основе анализа физико-химических свойств нефтесодержащих вод, определить рациональную (ресурсо- и энергосберегающую) технологическую схему очистки; научно обосновать перспективность и целесообразность применения для повышения эффективности очистки нефтесодержащих вод коалесцирующих фильтроэлементов, имеющих нежесткую структуру и возможность регенерации функциональных свойств; оценить, используя обобщенный критерий, эффективность системы в целом по основным эксплуатационным показателям: степень очистки, стоимость, пропускная способность; разработать и научно обосновать нормы суточного накопления нефтесодержащих вод, учитывающие тип, водоизмещение и возраст судна.

Целью исследований является повышение энергоэффективности эксплуатации судов путем разработки программ и алгоритмов использования экономических ходовых режимов судов; повышение экологической безопасности эксплуатации судов на основе концепции комплексного проектирования и оптимизации систем очистки судовых нефтесодержащих вод.

Впервые проведены по специальной программе масштабные эксплуатационные исследования с целью определения реального суточного объема накопления нефтесодержащих вод ( $V_{сут}$ ) на судах различных типов, в результате которых установлено, что существующие нормы для определения  $V_{сут}$  значительно завышены, так как не учитывают прогрессивных изменений конструкций дейдвудных уплотнений и сальников насосов и других механизмов, производимых за последние десятилетия.

Снижение стоимости, энергопотребления очистки НСВ достигается использованием разработанных тканевых и гранулированных коалесцирующих фильтроэлементов, имеющих нежесткую структуру для эффективной регенерации и оптимальную пропускную способность, рассчитанную по разработанной методике с учетом индивидуальных характеристик судна.

Список использованной литературы:

Хозяйственный договор с ОАО «ЦКБ Коралл» №1593 (номер гос. Регистрации №.0113U004120) «Моделирование риска при транспортировании объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений».

Хозяйственный договор с ОАО «Югрефтрансфлот» №1551 (номер гос. Регистрации №0105U007087) «Разработка мероприятий для повышения эффективности эксплуатации средств предотвращения загрязнения моря нефтью».

## О НЕОБХОДИМОСТИ КОНТРОЛЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПИЩЕЙ МИДИЙ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЭЛЕКТРОННОМ БИОМОНИТОРИНГЕ

Казанкова И.И., Казанцев С.В., Шлык А.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

ikazani@bk.ru

Эксперименты по исследованию движения створок мидий на ранних стадиях голодания методом высокочастотной вальвометрии, поставленные сначала на взрослых особях, затем на молоди моллюска (Казанкова и др., 2018, 2019), показали, что при недостаточности пищи и благоприятных остальных условиях уменьшается раскрытие створок, увеличивается время нахождения раковины в закрытом состоянии (Казанкова и др., 2020), изменяется суточный ритм двигательной активности моллюсков. Все эти изменения в движении створок мидий фиксируются при электронном биомониторинге окружающей водной среды как признаки ее хронического токсического загрязнения (Трусевич и др., 2015).

Сходство изменений в движении створок мидий при недостаточности пищи и загрязнении среды требует совершенствования метода выработки сигнала опасности. Для этого, по нашему мнению, необходим контроль биоэлектронными измерительными комплексами концентрации в воде пищевых частиц, представленных фитопланктоном и детритом кормового размера.

Для Черного моря это актуально. В последние десятилетия (1998–2015 гг.) благодаря спутниковым исследованиям установлено, что с конца апреля по ноябрь концентрация хлорофилла в поверхностном слое открытой части Черного моря ниже 0,5 мкг/л (Финенко и др., 2019).. Как установлено в лабораторных экспериментах, при такой концентрации хлорофилла *a* мидии закрывают створки (Pascoe et al., 2009).

Подтверждением того, что в Черном море в последнее время, по сравнению с восьмидесятыми годами 20 века, возможно ухудшение пищевых условий для мидий, является существенное уменьшение скорости роста моллюска в прибрежной зоне, отмеченное в районе Кара-Дага (Ковалева, 2021).

Список использованной литературы:

Казанкова И.И., Гайский П.В., Казанцев С.В. Изменчивость уровня раскрытия створок взрослых мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. в лабораторных условиях / В книге: Системы контроля окружающей среды - 2018. Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. Севастополь. 2018. С. 114–114а.

Казанкова И.И., Казанцев С.В., Гайский П.В., Шлык А.В. Уровень раскрытия створок мидии *Mytilus galloprovincialis* в лабораторном эксперименте с непроточным содержанием моллюсков / В книге: Системы контроля окружающей среды - 2019. Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. Севастополь. 2019. С. 22.

Казанкова И.И., Казанцев С.В., Шлык А.В. Особенности движения створок мидии *Mytilus galloprovincialis* на ранних стадиях голодания и мониторинг водной среды // Материалы семинара «Актуальные проблемы контроля окружающей среды». Севастополь, 10–11 ноября 2020 г. Севастополь: Куликов А.С. 2020. С. 51.

Ковалева М.А. Двустворчатые моллюски в сообществах макрозообентоса естественных твердых субстратов у берегов Крыма: Автореферат дис. на соиск. уч. степ. к.б.н.: специальность 03.02.10. С.-Петербург. 2021. 23 с.

Трусевич В.В., Гайский П.В., Кузьмин К.А. и др. Биомаркеры поведенческих реакций черноморской мидии для автоматизированного биомониторинга экологического состояния водной среды // Системы контроля окружающей среды. 2015. № 1(21). С. 13–18.

Финенко З.З., Мансурова И.М., Суслин В.В. Динамика концентрации хлорофилла *a* в Черном море по спутниковым измерениям // Морской биологический журнал. 2019. Т.4, № 2. С. 87–95.

Pascoe P.L., Parry H.E., Hawkins A.J.S. Observations on the measurement and interpretation of clearance rate variations in suspension-feeding bivalve shellfish // Aquatic Biology. 2009. V. 6. P. 181–190.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА**

Караева Н.В., Черкашина А.В.

ФГБУН «НИИСХ Крыма», г. Симферополь, Россия

karaeva\_n@niishk.ru

Актуальной проблемой современного земледелия является сохранение плодородия почв. Ее решение невозможно без системного применения органических удобрений. В естественных условиях основным источником поступления в почву органического вещества являются остатки растений. Сидерация – это агроприем, при котором зеленая масса специально выращенных растений – сидератов заделывается в почву. Она способствует повышению биологической активности почвы, обогащает её органическим веществом и элементами питания, улучшает агрофизические и агрохимические свойства. Сидеральные культуры обладают хорошими потенциальными возможностями пополнения почвы органикой (Паштецкий, 2019). Затраты на выращивание и заделку в почву сидеральных удобрений значительно ниже затрат на внесение органических удобрений (Приходько, 2016). Были изучены агроценозы сидеральных культур: донника желтого, клевера лугового, эспарцета песчаного, ржи озимой, тритикале озимой, вики паннонской, фацелии пижмолистной и травосмеси озимых культур (тритикале, рожь, вика) в контрастных агроклиматических условиях 2016-2019 гг. В среднем за годы исследований наибольшее поступление органического вещества в почву наблюдалось в агроценозах ржи, тритикале, эспарцета, донника (таблица).

Таблица 1 – Влияние агроклиматических условий на формирование органического вещества в агроценозах сидеральных культур, 2016–2019 гг.

Сидеральная культура	Среднесуточная температура, °С		Осадки, мм		Поступление органического вещества в почву, т/га
	за период вегетации	среднее многолетнее	за период вегетации	среднее многолетнее	
Донник	11,8	10,4	572	535	5,52
Клевер	11,8	10,4	572	535	2,51
Эспарцет	11,8	10,4	572	535	5,56
Тритикале	5,8	4,7	216	238	5,72
Рожь	5,2	4,1	207	227	5,88
Вика	5,8	4,7	216	238	3,97
Смесь озимых	5,2	4,1	207	227	4,83
Фацелия	10,4	8,8	55	87	1,61

Агроклиматические условия оказывали существенное влияние на продуктивность фитоценозов сидеральных культур. Установлена достоверная отрицательная корреляция средней силы между среднесуточной температурой периода «посев – укосная спелость» 2017–2018 гг. и урожайностью органического вещества ( $r = -0,64$ ).

Список использованной литературы:

Паштецкий В. С., Приходько А.В. Использование сидератов для воспроизводства плодородия почв в условиях степного Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5(79). – С. 44-46.

Приходько А. В., Сусский А.Н., Моляр С.А. Альтернативные источники улучшения плодородия почвы в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 2(6). – С. 24-35.

## КАРТИРОВАНИЕ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ INATURALIST

Каширина Е.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Филиал МГУ в г. Севастополе, Севастополь, Россия, <sup>2</sup> Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия  
e\_katerina.05@mail.ru

Сокращение биологического разнообразия является одной из глобальных экологических проблем человечества, что ставит на ведущее место в мире задачу сохранения видов. Крымский полуостров отличается высоким уровнем биоразнообразия и делает актуальным задачу сохранения природного наследия.

В последние годы важным источником данных о флоре становятся специализированные онлайн-порталы. Наряду с традиционными гербарными коллекциями крупнейшим генератором баз данных о живой природе является The Global Biodiversity Information Facility (GBIF,) объединяющий более 62 тыс. коллекций. Основными источниками данных о флоре России для GBIF являются Цифровой гербарий МГУ и INaturalist (Флора России..., 2019; Flora of Russia..., 2020).

На платформе INaturalist созданы проекты Красная книга Республики Крым (<https://www.inaturalist.org/projects/krasnaya-kniga-respubliki-krym-2015>) и Красная книга Севастополя (флора) (<https://www.inaturalist.org/projects/krasnaya-kniga-goroda-sevastopolya-rasteniya>), агрегирующие данные о находках охраняемых видов.

По состоянию на 1.10.2021 проект Красная книга Севастополя (флора) агрегирует 4500 наблюдений, которые сделаны 298 наблюдателями и проверены 205 экспертами. Более 95% наблюдений достигли исследовательского уровня и индексируются в GBIF. Собраны данные о местонахождении 141 вида растений, занесенных в Красную книгу Севастополя, что составляет 73% регионального списка охраняемых растений.

Максимальное число находок сделано для следующих видов: можжевельник высокий (419 находок), можжевельник дельтовидный (328), фиштак туполистный (218), ирис карликовый (195), ятрышник пурпурный (181), пион крымский (172), иглица колючая (130), подснежник складчатый (121), асфоделина желтая (112) и анакамптис пирамидальный (107). На первую десятку видов приходится 1982 находки или 44% массива, что свидетельствует о неравномерности данных по видовому составу. По таким видам, как тюльпан лесной, пальчатокоренник мясо-красный, дремлик тонкогубый, овес сомнительный, курчавка отогнутая, люцерна короткоплодная и астеролиnum звездчатый имеется по 1 находке.

Проект Красная книга Республики Крым, отсортированный по флоре, содержит данные о 8579 находках охраняемых растений. В проекте представлены 234 вида сосудистых растений или 79% охраняемой флоры. Наблюдения сделаны 407 пользователями платформы и проверены 290 экспертами. Самая ранняя находка сделана 16 октября 1997 года – это фиштак туполистный с Аю-Дага.

Максимальное число находок сделано для следующих видов: подснежник складчатый (429), пион крымский (216), можжевельник дельтовидный (215), прострел крымский (212), пролеска двулистная (202), ирис карликовый (179), пион тонколистный (177), ятрышник пурпурный (163), можжевельник высокий (163), фиштак туполистный (146). Всего 1 находка имеется для 29 видов.

Список использованной литературы:

Флора России на платформе INaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны / А.П. Серегин, Д.А. Бочков, Ю.В. Шнер и др. Журнал общей биологии. 2020. Т. 81. № 3. С. 223–233. DOI: 10.31857/S0044459620030070

Flora of Russia on INaturalist: a dataset / A.P. Seregin, D.A. Bochkov, J.V. Shner et al. Biodiversity Data Journal. 2020. Vol. 8. P. e59249. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59249

## АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПЕРЕВОДА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО

Клименко А.Г.<sup>1</sup>, Стаценко И.Н.<sup>1</sup>, Дологлонян А.В.<sup>1</sup>, Терещук В.С.<sup>2</sup>, Никонов В.Г.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (ИМАШ РАН)

<sup>3</sup> Лаборатория «Экологически чистого транспорта» кластера «Энергосбережение», Севастополь, Россия

kag195877@gmail.com

В настоящее время наиболее распространенными считаются 2 вида водородных двигателей – двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и двигатели с электродвижением. Настоящий анализ распространяется на двигатели внутреннего сгорания, как наиболее многочисленный вид транспортных двигателей. К ДВС относятся бензиновые двигатели и дизели.

Перевод ДВС на водородное топливо сопряжен с рядом проблем, решение которых многие страны (Германия, Англия, США, Япония, Китай) ставят в один ряд со стратегическими и долгосрочными программами. Перечислим некоторые из них:

1. ДВС, независимо от типа топлива, имеет систему смазки для защиты нагруженные узлы и трущихся пар. При работе смазочное масло частично попадает в камеру сгорания и затем в газовыхлопной коллектор. Это означает, что полностью изолировать топливную систему на водороде практически невозможно;
2. небольшая утечка водорода может стать причиной взрыва или пожара при его попадании на разогретый выпускной коллектор. Для предотвращения этого, для работы на водороде чаще используют двигатели роторного типа. Такой тип ДВС конструктивно имеет увеличенное расстояние между впускным и разогретым выпускным коллекторами;
3. не развитая инфраструктура заправочных водородных станций.

Для перевода бензиновых двигателей на водородное топливо необходима установка газового оборудования, а также регулирование газораспределения и системы зажигания. Этот перевод не сопряжен с необходимостью переделки конструкции самого двигателя.

Для перевода дизелей на водородное топливо требуется небольшая переделка конструкции (в частности, снижение степени сжатия) двигателя, что, однако, не повлечет за собой серьезных материальных затрат.

Известные на сегодняшний день водородные двигатели оснащаются баками для хранения топлива в сжатом, и, частично, в сжиженном виде, что значительно снижает запас хода автомобилей, а также повышает их взрывопожароопасность.

Ряд из указанных выше проблем могут быть решены созданием систем, генерирующих водород из воды на борту транспортного средства (Терещук, 2019). Это имеет подтверждение исследованиями по разработке научных основ получения и промышленного использования водородогенерирующих композитов, авторскими свидетельствами, в частности (Патент..., 2016). В настоящее время идет разработка патентов, целью которых является создание управляемых реакций на основе газогенераторов водорода.

На основании вышеприведенного анализа, а также учитывая экологическую составляющую водородных двигателей (экологически чистый выхлоп - вода), следует отметить, что водородогенерирующие системы являются перспективным вариантом для их использования на бензиновых, дизельных и газовых ДВС.

Список использованной литературы:

Электронный ресурс UR: <http://krutimotor.ru/vodorodnyj-dvigatel-ustrojstvo/> (дата обращения-23.09.2021).

Терещук, В.С.. Применение энергетически активных металлов и водорода М.: Инновационное машиностроение, 2019. - 211 с.

Патент №2602905. Способ получения водорода/В.С. Терещук, И.Н. Стаценко, А.Б. Гармашов. От 27.10.16.

**ВЛИЯНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ (COVID-19) НА КОНЦЕНТРАЦИЮ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДОВ РОССИИ В АПРЕЛЕ 2020 ГОДА**

*Корунов А.О., Халиков И.С.*

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

korunov-ao@rpatyphoon.ru

В связи с пандемией, связанной с Covid-19, с уменьшением транспортных и промышленных выбросов из-за карантинных мероприятий, во многих городах мира отмечали снижение содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе – оксидов углерода и азота. В настоящем сообщении представлены результаты изменения содержания бенз(а)пирена (БаП) в воздухе городов России на сети государственной системы наблюдения во время максимального карантинного режима в апреле 2020 года.

Отбор проб атмосферного воздуха проводили на работающих во время карантина стационарных постах наблюдения загрязнений в 98 городах федеральных округов (ФО) России, подразделения УГМС Росгидромета в соответствии с требованиями РД.52.04.186.89 (Korunov, 2020). Определение БаП проводили с использованием метода ВЭЖХ-ФЛД. Анализ результатов (см. табл.1) показал разнонаправленные тенденции изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха БаП городов России в апреле 2020 года по сравнению со среднемесячными значениями 2017-2019 гг.: в городах Северо-Западного ФО, Центрального ФО, Сибирского ФО и Дальневосточного ФО отмечено снижение среднемесячной концентрации (апрель) на 13-40%, а в Приволжском ФО, Южном и Северо-Кавказском ФО – рост в 1,5-2 раза. В Приволжском ФО в 9 городах из 20 наблюдалось увеличение среднемесячной концентрации в апреле 2020 года по отношению к 2017-2019 гг., а в Южном и Северо-Кавказском ФО – в 15 из 17 городов. В крупных городах России зафиксировано уменьшение среднемесячной концентрации в воздухе в апреле 2020 года по сравнению со средним значением 2017-2019 гг., так, например, в г. Москве в 1,7 раза, в г. Санкт-Петербурге в 2,1 раза, в г. Новосибирск в 1,4 раза. По данным апреля 2020 г. средняя концентрация БаП превышала ПДК<sub>с.с</sub> (1 нг/м<sup>3</sup>) только в Сибирском ФО (7 городов из 16 больше ПДК), в 4 городах из 20 Приволжского ФО (Ижевск - 1,1 ПДК; Киров – 1,6 ПДК; Саранск – 1,4 ПДК; Уфа – 1,2 ПДК), во Владикавказе (1,2 ПДК) Южного и Северо-Кавказского ФО, в Нерюнгри (2,1 ПДК) Дальневосточного ФО.

Увеличение уровней загрязнения БаП в атмосферном воздухе Приволжского, Южного и Северо-Кавказского ФО в апреле 2020 г., по-видимому, обусловлены метеорологическими условиями распространения примесей, а также более высоким вкладом частного сектора, связанного с отоплением и сжиганием биомассы.

Таблица 1 – Изменение среднемесячной (апрель) концентрации бенз(а)пирена в воздухе городов России в 2020 году по отношению к среднему содержанию в 2017-2019 гг.

ФО (количество обследованных городов)	Средняя концентрация БаП в апреле (интервал среднемесячных значений) в атмосферном воздухе, нг/м <sup>3</sup>		Изменение, %
	2017-2019 гг.	2020 г.	
Северо-Западный ФО (11)	0,45 (0,16-1,08)	0,27 (0,02-0,93)	-40
Центральный ФО (30)	0,37 (0,07-1,30)	0,29 (0,03-0,86)	-22
Приволжский ФО (20)	0,37 (0,13-0,75)	0,57 (0,10-1,60)	+54
Южный и Северо-Кавказский ФО (17)	0,22 (0,03-0,62)	0,45 (0,05-1,20)	+104
Сибирский ФО (16)	1,46 (0,20-4,0)	1,17 (0,16-3,8)	-20
Дальневосточный ФО (4)	0,8 (0,29-2,2)	0,70 (0,13-2,1)	-13

Список использованной литературы:

Korunov A.O., Khalikov I.S., Surnin V.A. Seasonal Variation and Spatial Distribution of the Content of Benzo(a)pyrene in the Atmospheric Air in the Russian Federation // Russian Journal of General Chemistry. – 2020. – Vol. 90, No. 13. – P. 2670–2680.

**ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЗЕМЛИ ОТ  
МЕТАНА СООБЩЕСТВОМ АРХЕЙ И БАКТЕРИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Лысенко В.И.*

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Филиал МГУ в  
г. Севастополь, Россия  
niagara\_sev@mail.ru

При всём многообразии факторов, способствующих глобальному потеплению, не вызывает сомнения существенное участие метана в этом процессе. За последние полвека научный взгляд на главные источники его поступления в атмосферу Земли поменялся радикально. Большинство исследователей считают, что главным источником поступления углеводородов являются не биохимические процессы в рисовых чеках, а поступления из недр Земли. Основными санитарами по переработке углеродных флюидов в карбонат и органическое вещество являются сообщества архей и бактерий. В наше время уделяется внимание экспериментам для выяснения вопросов механизма образования карбонатного вещества за счёт бактериального хемосинтеза по переработке метана.

Автор много лет изучал карбонатные постройки прокариот из миоценовых пород Крыма, известных как гераклиты (карбонаты просачивания углеводородов). У них отсутствуют следы воздействия процессов катагенеза и метагенеза. Это позволило выдвинуть предположение о сохранности в гераклитах спорового материала сообществ бактерий того времени и способности их к возрождению. Для подтверждения гипотезы, автором были выполнены эксперименты по возрождению спорового материала миоценовых сообществ архей и бактерий в искусственной водной среде, что позволило приблизиться к решению некоторых вопросов переработки метана прокариотами карбонат и органическое вещество.

Для опытов использовался мелко истёртый порошок, дроблённый материал гераклитов, раствор морской воды и Чёрного моря и метан из баллончика «Турист». В водный раствор добавили азотную кислоту и сульфид натрия. Было выполнено два эксперимента. В первом длился полгода, а второй - десять месяцев. При выполнении второго опыта ёмкости с материалом были покрыты светозащитной плёнкой, что позволило исключить влияние солнечной энергии на происходящие процессы. Эти различия не оказали влияние на конечные результаты опытов. За время опытов произошло значительное изменение состава раствора. В первичной морской воде содержание катионов составляло:  $Ca^{+2} = 14,5$  ммоль/дм<sup>3</sup> и  $Mg^{+2} = 39,25$  ммоль/дм<sup>3</sup>. По окончании опытов в растворе увеличилась концентрация  $Ca^{+2}$  до 150,3 ммоль/дм<sup>3</sup> и уменьшилась -  $Mg^{+2}$  до 29,8 ммоль/дм<sup>3</sup>. Значительные перемены в растворе связаны с изменениями концентраций  $SO_4^{-2}$ . В конце проведения эксперимента содержание сульфатов в нём составляло 4,704 г/л, а в первичной морской воде – 1,152 г/л, что можно объяснить окислением материала сульфида натрия. Кроме этого по данным анализов в растворе присутствует атомарная сера и более тридцати органических соединений. Значительная их часть представлена органическими кислотами и эфирами.

Значительное разнообразие форм выделения карбонатов свидетельствует, что существует многообразие объединений различных микроорганизмов, связанных кооперацией по созданию органического вещества из метана для продолжения жизни. В результате проведения наших экспериментальных работ концентрация  $SO_4^{-2}$  в растворе увеличилась в четыре раза и появилась самородная сера, что связано с окислением добавок сульфида натрия. Факт повышенных концентраций  $SO_4^{-2}$  в растворе позволил отказаться от предположения, что ведущую роль в окислении метана осуществляли сульфатредуцирующие бактерии.

Экспериментальные работы подтвердили, что главными условиями образования высокомолекулярного углеродистого биогенного вещества и построек «карбонатов просачивания углеводородов» являются поступления метана из недр и присутствие сообществ бактерий и архей по его переработке. Эти процессы являются действенной защитой от поступления метана в географическую оболочку в прошлом, настоящем и будущем.



## **ОБЗОР СПОСОБОВ ОБРАЩЕНИЯ С БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ**

*Нагина М. А.*

Филиал МГУ в Севастополе, г. Севастополь, Россия

*emily\_day@mail.ru*

Ограниченность территории и образование большого количества отходов стали одними из наиболее актуальных проблем современности. В настоящее время прослеживается тенденция роста объемов отходов. В России с 2000 по 2020 годы объем образования отходов населения увеличился в 2,7 раза (Отчет..., 2021).

Данную проблему стали решать в развитых странах, таких как Великобритания, Франция, Япония значительно раньше, чем в нашей стране. В России вопрос нехватки территорий для создания полигонов не стоял так остро. В результате в разных странах разработаны такие способы обращения с отходами, как: захоронение, сжигание, компостирование, переработка.

Захоронение отходов является наименее затратным в экономическом плане способом, так как мусор складывается на специально подготовленных площадках. Недостатками являются образование свалочных газов. Более того, для создания полигонов необходима территория, которую нужно вывести из хозяйственного оборота для захоронения отходов.

Компостирование - способ малозатратный и экологичный, но для него необходима тщательная преудулилизационная подготовка, что создает дополнительные проблемы. К тому же, таким способом можно избавиться только от ограниченного спектра органических продуктов (Лойко, Прокопов, 2018).

Переработка – процесс, в ходе которого разные материалы могут обрести «новый вид». Перед самым процессом сырье должно быть разделено по фракциям, быть чистым. На переработку некоторых материалов затрачивается большое количество ресурсов, поэтому она становится невыгодной. Также в процессе переработки может происходить образование отходов.

Наиболее популярным считается уничтожение мусора посредством сжигания. Это связано со следующими характеристиками мусоросжигательных заводов (МСЗ):

- 1) мусоросжигание решает проблему ограниченности территории для мусорных полигонов;
- 2) сортировку отходов до процесса переработки можно не производить, что не создает дополнительных затрат перед подготовкой отходов к сжиганию;
- 3) большой объем отходов утилизируется за цикл завода, это зависит от его мощности;
- 4) недостатком данного метода является качество окружающей среды около МСЗ, где воздух может быть загрязнен наличием мельчайших частиц. Для предотвращения выбросов в атмосферу необходимо устанавливать очистные сооружения;
- 5) МСЗ могут вырабатывать энергию из твердых коммунальных отходов (Рекк, 2014).

Мусоросжигание по сравнению с другими способами утилизации отходов является дорогостоящим на этапе запуска завода. После начала работы МСЗ можно безопасно, при наличии очистных сооружений, для окружающей среды утилизировать отходы, а также использовать энергию, произведенную от сжигания мусора.

Список использованной литературы:

Отчет «Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации» федеральной службы государственной статистики от 29.06.2021 г. (<https://rosstat.gov.ru/folder/11194>).

Лойко Р.В., Прокопов А.В. Анализ эффективности методов утилизации твердых бытовых отходов // Вестник современных исследований, №6.3(21) 2018, С. 392.

Рекк Б.А. Как отходы превратили в доходы. Опыт энергосбережения московского предприятия. Энергопросвет, № 1(32) 2014, С. 25.

## RELIEF AS A CONDITION FOR DEVELOPMENT OF THE ROAD NETWORK

Novikov A.A.

Institute of Natural and Technical Systems Sevastopol, Russia

Branch of Lomonosov Moscow State University in Sevastopol, Sevastopol, Russia

Sevastopol State University, Institute of City Development, Sevastopol, Russia

a\_novik@bk.ru

This study shows how the relief affects the development of the transport framework of the Heracleian Peninsula - the most developed part of Greater Sevastopol. The work used archival materials - historical urban plans and maps of Sevastopol (1839, 1855, 1920), a vector maps and a landforms map obtained on the basis of the ASTER GDEM digital relief model (Novikov,2018). Data processing and mapping was carried out in QGIS. Based on the materials of raster maps, the road network (Figure 1) was digitized, and then the length of roads and their density, which falls on each of the 9 types of landforms, were calculated. The road map was digitized based on the materials of historical maps (Figure 1), then the length of roads and their density were calculated, which falls on each of the 9 types of landforms.

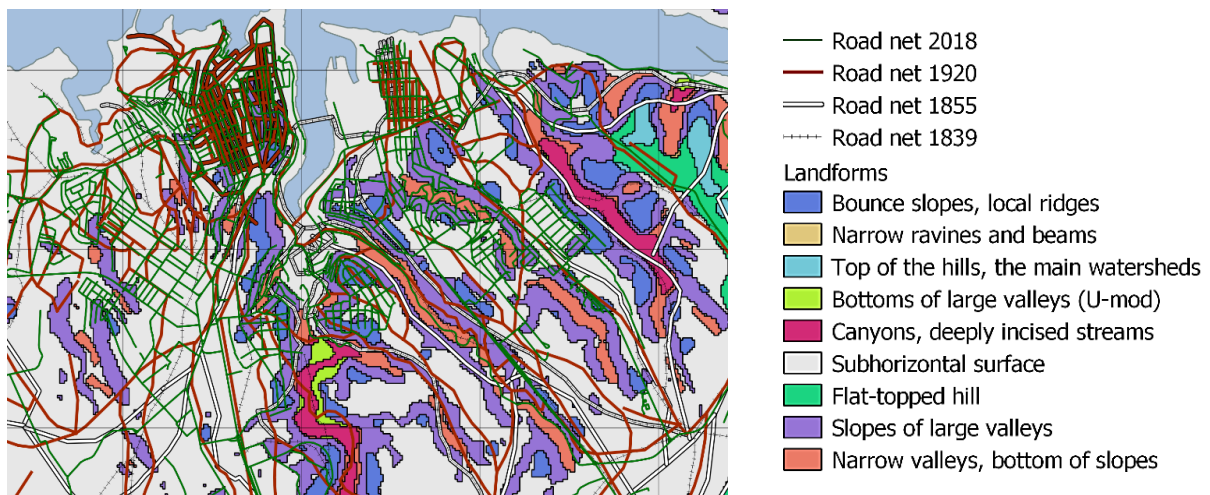


Figure 1 – Fragment of a complex spatial-time analysis map of the road network.

The total length and density of the road network for the entire periods have increased more than 2 times. This changed the scheme of the transport net. In the middle of the XIX, the main highways were radial elements of the network with the center in the area of the Southern Bay, but at the beginning of the 20th century they began to be interconnected by separate chords, within which a regular road grid was formed with residential buildings.

The longest sections of roads fall on vast sub-horizontal surfaces, which occupy the largest area on the territory of the Heracleian Peninsula. The length of these roads increases over time, due to the development of land far from the coast.

Slope and sectional roads occupy 2 place in length. They form the main chord highways, internal and inter-quarter passages in the zones of multi-storey buildings (radial structure of development on the slopes of hills and beams). The smallest length and density of roads that run along the bottoms of wide valleys. This is explained by the fact that such landforms of the Heracleian Peninsula are found only in the mouths of the beams. Previously, these gentle sections were the only route of movement along the coast, but with the development of the interior and the dense industrial development of the coastal zone, such highways almost disappeared.

### References:

Novikov A. Methods of automatic classification of relief in urban environment research // Marine research and rational environmental management: Materials of the Scientific Conference, Sevastopol, September 19-23, 2018 [Electronic resource]. - Moscow, 2018. — Page 344-345.

## ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОГЕННО-ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Носова М.В.<sup>1,2</sup>, Середина В.П.<sup>1</sup>, Рыбин А.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

<sup>2</sup>АО «ТомскНИПИнефть», Россия, г. Томск

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

NosovaMV@tomsknipi.ru, seredina\_v@mail.ru, sasha.rybin.1995@mail.ru.

В работе представлены результаты полевых и лабораторных исследований загрязненных почв пойменных экосистем Западной Сибири. Выявлены особенности распределения высокоминерализованных вод в почвенном профиле, установлена степень и химизм засоления, определены соединения токсичных солей. Предложен способ рекультивации техногенно-засоленных почв.

В условиях роста техногенной нагрузки на окружающую природную среду актуальными становятся вопросы ее экологического состояния. В соответствии с исследованиями многих учёных воздействие нефтяного загрязнения на природные экосистемы связаны с геохимическими и физическими нагрузками.

Поступление в почвы больших объемов минерализованных вод вызывает усиление восстановительных процессов в почвах и развитию процессов техногенной солончаковатости, не свойственных для гумидного почвообразования Западной Сибири. Уровень содержания солей и характер их радиального распределения зависят от свойств исходных почв: наличия и мощности органогенных горизонтов и гранулометрического состава, определяющих скорости миграции и интенсивность изменения вещественного состава техногенных потоков. Засоление почв вызывает деградацию и гибель растительности. В связи с тем, что «суммарный эффект» засоления обусловлен неодинаковой токсичностью для растений различных солей и ионов, то при агрономической оценке засоленных почв важнейшее значение приобретает качественный состав солей. Сумма солей в наиболее соленасыщенных горизонтах почв (0-20 см) варьирует в широких пределах (от 0,29 до 1,2 %), что обусловлено аккумуляцией солей в понижениях микрорельефа местности. После прекращения залповых выбросов поллютантов, наиболее подвижный ион  $\text{Cl}^-$  преобладает в нижних горизонтах почв эпицентра разлива и краевой зоны загрязнения, при этом общее содержание менее подвижных ионов  $\text{Ca}^{2+}$  постепенно убывает от верхних слоёв почв к нижним. Такое перераспределение ионов в почвенной толще обуславливается высоким содержанием катиона  $\text{Na}^+$  и аниона  $\text{SO}_4^{2-}$ . Поэтому засоление носит в основном сульфатный и хлоридно-сульфатный характер. Степень засоления изученных почв изменяется в диапазоне от слабой до средней. Токсичные соли представлены соединениями  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ .

При выполнении восстановительных работ необходимо задействовать механизмы естественного рассоления почв. Процесс вымывания солей можно интенсифицировать системой дренажных канав. Для экономии времени и снижения затрат по ввозу пресных вод, обустройство данных канав рекомендуется проводить в зимний период и использовать снежные валы. Завершающим этапом является фитомелиоративный посев аборигенных растений-галофитов, способных а аккумуляции остаточных легкорастворимых солей путём подтягивания их к биогенно-аккумулятивным горизонтам почв (в том числе и при вторичном засолении почв), с последующим удалением соленасыщенной растительной фитомассы и многократным досевом трав.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАЩИТЫ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АТМОСФЕРНЫХ ФАКТОРОВ

Олейник А.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
renome999@mail.ru

Существует большое количество факторов атмосферы, воздействующих на эксплуатационные характеристики композитных материалов. Среди них можно выделить: химические реагенты воздуха (газы, соли), температуру и влажность воздуха, а также воздействие солнечного ультрафиолета. Влияние ультрафиолета происходит за счет разрушения связей между атомами в полимерах под воздействием лучей этого спектра. Последствия такого неблагоприятного воздействия могут выражаться: в ухудшении механических свойств и прочности полимерного изделия; повышении хрупкости; выгорании.

Одно из решений проблемы деградации полимерных материалов под воздействием агрессивных факторов – окраска их поверхности красками и лаками. Однако, оно имеет существенный недостаток: в местах механического повреждения окрашенной поверхности появляются очаги разрушения материала (коррозия, выгорания и т.д.). Альтернативным решением может быть внедрение в состав матриц композитных материалов наночастиц тяжелых металлов (ТМ), например, карбида вольфрама WC.

Работа предполагает создание комплекса образцов композитных материалов, модифицированных различными концентрациями нанодисперсного порошка WC с размером наночастиц от 40 до 200 нм, полученного по технологии [Gavrish and el., 2021]. Были изготовлены и испытаны на предел прочности при разрыве образцы стеклопластика с концентрацией добавки WC, от 0 до 5%. Результат испытаний представлен на рис.1



Рисунок 1 – Изменение предела прочности на разрыв.

Анализ результатов показал существенный прирост измеряемого параметра, порядка 250% относительно контрольного образца, при концентрации добавки 4%. В работах [Павленко, 2009; Турова и др., 2015; Ястребинская, Оргель, 2004] так же отмечено улучшение радиозащитных (радио изоляционных) свойств материалов, имеющих в составе наночастицы ТМ. Изготовленные нами образцы продолжают испытываться на морском атмосферном стенде для дальнейшего изучения изменений их механических характеристик.

### Список использованной литературы:

Павленко В.И. Полимерные радиационно-защитные композиты: Монография / Павленко В.И., Ястребинский Р.Н.–Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009.– 199 с.

Турова А.А., Павленко В.И., Ястребинский Р.Н. Использование тяжелых металлов при разработке материалов для защиты от корпускулярного излучения // Международный журн. прикладных и фундаментальных исследований. 2015. – № 12-7. С. 1183–1186.

Ястребинская А.В., Оргель Л.Ю. Разработка и применение композиционного материала на основе эпоксидиановой смолы для строительных конструкций и теплоэнергетики // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 2.– С. 173

Gavrish V, Chayka T, Oleynik A and Gavrish O. 2021 Tungsten Carbide Nanopowder Influence Study on Tensile Strength of GRP Specimens Made of Lavesan Glass Fabric and EPR 320 Momentive Epoxy J. Phys.: Conf. Ser. 1891 012031

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВА УГЛОВОЙ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Петрова Е.А.<sup>1</sup>, Петухов В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,  
г. Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия  
petrova@poi.dvo.ru

Вопросы методологии оценки уровня загрязнения окружающей среды несомненно являются актуальными. Исследование загрязнения донных отложений (ДО) представляет значительный интерес благодаря свойству морских грунтов формироваться в течение длительного периода времени и фиксировать в своем химическом составе антропогенные включения. Эта особенность используется для получения осредненной информации о потоках загрязняющих веществ (ЗВ) за длительный период. Такая оценка дает более объективную информацию о загрязнении водного объекта, так как не зависит от динамических и гидрохимических условий водной среды (Жариков, 2013). Осадочный слой является важным звеном биогеохимического цикла тяжелых металлов (ТМ) и постоянно действующий источник вторичного загрязнения морской воды. ДО, накапливая в своем химическом составе ЗВ, могут не только отражать существующий уровень техногенного пресса, но являться фактором риска для связанных с этим субстратом организмов. ТМ токсичны, устойчивы и неразрушимы в естественных условиях. Загрязнение ДО этими элементами представляет важный экологический риск для прибрежных морских экосистем, а также имеет различные биологические последствия (заболеваемость растительности и животных, частичное или полное вымирание некоторых видов, изменение биотопа).

Для морских ДО в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закрепленных характеристик их качества по уровню концентрации ЗВ. Степень загрязнения ДО можно оценить относительно фона (однако нет точного определения фоновых концентраций), по международным нормативным показателям (уровень допустимых концентраций (ДК) загрязняющих веществ по «Голландским листам») или с помощью различных индексов (КДА,  $C_f$ ,  $I_{geo}$ , EF, SQG-Q, RI) (Caeiro, 2005).

Залив Угловой является мелководной акваторией второго порядка Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море). В него впадает много мелких рек и ручьев: Черная Речка, Богатая, Весенняя, Пятый Ключ, Песчанка, Саперка, Грязнуха и Аэродромная. На восточном берегу исследуемой акватории расположена санаторно-курортная зона «Садгород», известная ранее лечебными грязями. К сожалению, уникальные грязи залива в настоящее время утратили свои бальнеологические свойства из-за чрезмерного его загрязнения сбросами неочищенных промышленных и коммунально-бытовых сточных вод.

Для исследуемой акватории дана оценка уровня загрязнения донных отложений ТМ (Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Mn, Co, Cr, V, Cd, As, Hg) относительно фона и ДК за период 2016-2019 гг., рассчитан индекс геоаккумуляции ( $I_{geo}$ ) и индекс экологического риска (SQG-Q). Показано, что загрязнение залива Угловой происходит непрерывно в результате хозяйственной деятельности на его побережье. Основными источниками поступления ЗВ в исследуемую акваторию являются речной сток, плоскостной смыв с промышленного ландшафта и эксплуатация низководного моста. Расчет  $I_{geo}$  позволил составить ряд ТМ в порядке уменьшения загрязненности: Cd > As > Hg > Cu > Co. Осенью значения  $I_{geo}$  снизились по сравнению с зимним периодом. Результаты расчета SQG-Q указывают на высокий риск проявления негативных биологических эффектов в зимний период.

Список использованной литературы:

Жариков В.В. Влияние дампинга на геоэкологическое состояние залива Находка // География и природные ресурсы. – 2013. – №4. – С. 37–45.

Caeiro S., Costa M.H., Ramos T.B. et al. Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: an index analysis approach // Ecol. Indicators. – 2005. – Vol. 5. – P. 151–169.

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ И  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ  
СРЕДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛЕНГМЮРА**

*Подольская Е.П.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

ek.podolskaya@gmail.com

С каждым годом усиливается влияние антропогенного фактора на окружающую среду. С развитием промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики в условиях не всегда качественной работы очистных сооружений в природные воды попадает значительное количество органических веществ, наносящих вред живым организмам. К таким соединениям можно отнести фосфор- и галогенсодержащие пестициды, лекарственные препараты, продукты разложения бытовых отходов и другие ксенобиотики. В связи с этим, разработка новых высокопроизводительных и высокочувствительных методов определения фосфор- и галогенсодержащих токсичных соединений в природных водах и биологических средах является актуальной задачей.

Основанная на различном сродстве гетероатомов органических соединений к ионам металлов, металл-аффинная хроматография является более специфичным и селективным методом экстракции ксенобиотиков и их метаболитов, чем общепринятые жидкостно-жидкостная и твердофазная (С18). Однако коммерческие металл-аффинные сорбенты, зачастую, обладают низкой эффективностью и высокой стоимостью. Метод Ленгмюра позволяет получать уникальные нерастворимые в воде строго упорядоченные мономолекулярные структуры (монослои стеаратов металлов), одна из поверхностей которых полностью состоит из атомов металлов. Метод позволяет легко варьировать металл, входящий в состав получаемых монослоев, благодаря чему имеется возможность регулировать их специфичность к анализам. При этом атомы металлов, входящие в состав монослоев, доступны для анализов, так как составляют поверхность структуры и не переходят в образец при анализе, поскольку ковалентно связаны с остатками амфифильного соединения, что полностью соответствует требованиям, предъявляемым к металл-аффинным сорбентам. Так, были получены и исследованы монослои стеаратов ряда переходных металлов, и показана возможность применения таких структур в качестве металл-аффинных сорбентов для экстракции фосфорилированных белков и пептидов, пестицидов, цианотоксинов и ряда лекарственных препаратов.

Кроме того, было показано, что такие сорбенты могут быть синтезированы непосредственно на твердой подложке. Использование крайне малого количества реагентов, требующихся для получения пятна сорбента, привело к значительному расширению линейки структур и выявлению более эффективных материалов. Это позволило значительно улучшить возможности МАЛДИ масс-спектрометрии, как метода позволяющего диагностировать интоксикацию при выявлении аддуктов белков крови с ксенобиотиками.

В то же время, сама процедура получения монослоев имеет широкие перспективы при анализе многих амфифильных биологически активных веществ. Так, метод Ленгмюра в сочетании с МАЛДИ масс-спектрометрией позволяет анализировать и идентифицировать предельные и непредельные жирные кислоты и спирты в виде их монокарбоксилатов и моноалкоголятов, соответственно, с высокой чувствительностью, воспроизводимостью и экспрессностью.

Таким образом, использование метода Ленгмюра позволяет значительно расширить ряд современных подходов к определению фосфор- и галогенсодержащих экотоксикантов и установлению факта интоксикации, а также проводить скрининговый анализ амфифильных БАВ с высокой чувствительностью и экспрессностью.



## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ОТХОДОВ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Садоков Д.О.<sup>1</sup>, Красушкина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ассоциация в сфере экологии и защиты окружающей среды «Раздельный Сбор, г. Череповец, Вологодская область, Россия

<sup>2</sup> АНО поддержки сельских инициатив «Деревня будущего», д. Городище, Череповецкий район, Вологодская область, Россия  
dmitriisadokov@gmail.com

В 2021 году в Череповецком районе Вологодской области реализован социальный экологический проект «Разумно=Раздельно+Безопасно», целью которого стало оборудование мест сбора «опасных» отходов I-V классов опасности (отработанных ртутьсодержащих ламп, отработанных элементов питания и ртутьсодержащих градусников) (Федеральный..., 2014) и перерабатываемых отходов (ПЭТ-бутылки, алюминиевые банки, макулатура) в нескольких сельских населенных пунктах района, организация вывоза и утилизации накопленных отходов.

Актуальность проекта обусловлена отсутствием в сельских населенных пунктах Череповецкого района мест сбора и механизмов утилизации «опасных» отходов, образующихся у жителей. Рациональное обращение с отходами I-IV классов опасности в сельской местности не поддерживается администрациями муниципальных образований: отсутствует необходимая практика передачи отходов в лицензированные организации на договорной основе, средства на данные услуги не заложены в бюджеты поселений. Не имеющие возможности возить батарейки, лампы в крупные города жители вынуждены выбрасывать их вместе с твердыми коммунальными отходами, что крайне отрицательно влияет на экологическую ситуацию и здоровье людей (Красушкина, 2020).

Несмотря на федеральные и региональные экологические кампании, направленные на организацию раздельного сбора отходов (РСО) и их переработки, на селе нет пунктов приема вторсырья. Тем не менее, передача отходов на переработку не только положительно влияет на состояние окружающей среды, но и при консолидации усилий заинтересованных сторон в перспективе может приносить жителям доход, направляемый, например, на развитие и благоустройство территорий. Таким образом, проект призван решить противоречие между потребностью в наличии точек сбора отдельных групп отходов и их правильной утилизации у жителей сельских территорий, их запросом на просвещение в вопросах современной утилизации отходов и отсутствием у местной власти ресурсов и желания для организации этих процессов (Садоков, 2016).

В ходе реализации проекта, получившего поддержку Фонда Президентских грантов, для нескольких сельских населенных пунктов района (д. Шулма, с. Мякса, д. Ирдоматка, д. Нова, д. Яганово, д. Тоншалово, д. Новое Домозерово и др.) закуплены специальные контейнеры и малолитражные «экобоксы», места их размещения согласованы с администрацией и презентованы населению, организовано просвещение жителей по теме утилизации «опасных» отходов и вторсырья, заключены договоры с имеющими лицензии компаниями, переработчиками, а также налажены механизмы общественного контроля за своевременным вывозом и правильной утилизацией отходов. Ведется анализ качества и количества собранных отходов, так, за период с 1 мая по 10 сентября 2021 года из 5 деревень было вывезено 890 кг ПЭТ. На основе статистики разработаны структурная и финансовая модель организации РСО в сельской местности. В рамках проекта проведены экологические фестивали с отдельными субботниками, экоквестами, акциями РСО, информационные встречи, вебинары и т.д. Общий охват аудитории – более 6500 человек. Проект может быть успешно адаптирован в сельской местности других регионов РФ.

Список использованной литературы:

Красушкина А.В. Ртуть, сдавайся! // Бизнес и власть, №2 (106), март 2020. – С.18.

Садоков Д.О. Селективный сбор отходов как путь решения проблем экономики природопользования региона. // Инновационное развитие территорий: Мат. IV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Череповец, 26 февраля 2016 г.). – Череповец: ЧГУ, 2016. – с.21-27

Федеральный классификационный каталог отходов (утв. Приказом Росприроднадзора от 18.07.2014 N 445). – URL: <https://eco-s.ru/guides/fkko/> (дата обращения 09.09.2021)

## ОБ ОШИБКАХ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ЭНЕРГОВЫРАБОТКИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Сафонов В.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия  
ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия  
ФГБУ «Севастопольское отделение ГОИН», г. Севастополь, Россия  
Hydrogen18@mail.ru

В Списке использованной литературы [1-7] ряд соотношений и рекомендаций являются ошибочными и использовать их нельзя. В многочисленных публикациях (см.[1] – с. 12, 13, 14, [2] – с. 674, [3] – с.677, 678, [5],[6]), действительное расхождение с экспериментом предлагаемой формулы для вычисления изменения напряжения освещенных и затемненных солнечных элементов достигает до 19 000 %! Кроме того, падение напряжения примет отрицательное значение, чего не может быть, т.к. напряжение освещенных солнечных элементов всегда выше аналогичных затемненных солнечных элементов!

В примере расчета [3] (на с. 175) для подтверждения правильности методики расчета используемое для расчета значение коэффициента  $K_i=0,005$  отличается почти в 130 раз по сравнению с его паспортным значением (0,644) на с. 40 в [3].

В [3], с.60, ф.(38)) первое выражение (по размерности ток (А)) складывается со вторым, представляющим по размерности мощность (Вт).

В многочисленных публикациях проявляется техническая неграмотность (см. [1] - с.10, 12, 13, 14, [2] – с.677, 678), где напряжение измеряется в Вт, мощность измеряется в Амперах вместо Вт. График мощности представляется, как зависимость тока от напряжения (см.[4] – с.23), вместо зависимости мощности от напряжения.

В [7] в ф.(2) напряжение складывают с сопротивлением. В знаменателе ф.(6) слагаемые по размерности мощности складывают со слагаемым по размерности - квадратом мощности.

Для Севастопольской СЭС предлагается в [3] устройство, дающее энерговыработку 2041 МВт\*час в год, вместо реально вырабатываемых станцией 3000 МВт\*час в год (в 2015 г.- 2891.306; в 2016 г. -2923.485; в 2017 г.-3041.287), что свидетельствует о неосведомленности авторов.

Список использованной литературы:

1. Кузнецов П.Н. Повышение энергетической эффективности фотоэлектрических станций, работающих в условиях неравномерной освещенности. Автореферат дисс. Севастополь, – 2018.
2. Кузнецов П.Н., Юферев Л.Ю. Особенности работы фотоэлектрических установок с параллельной и смешанной коммутацией ФЭП. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. Севастополь, 2018.
3. Кузнецов П.Н. Повышение энергетической эффективности фотоэлектрических станций, работающих в условиях неравномерной освещенности. Дисс. на соиск. степени к.т.н. Севастополь. – 2018. – 186 с.
4. Кузнецов П.Н., Юферев Л.Ю. Повышение энергетической эффективности фотоэлектрических станций, работающих в условиях неравномерной освещенности. Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – №37. – С.15–25.
5. Кузнецов П.Н., Юферев Л.Ю. Повышение эффективности работы фотоэлектрических преобразователей при параллельной и смешанной коммутации. Вестник ВИЭСХ. – 2017. – №1(26). – С.90–97.
6. Кузнецов П.Н., Юферев Л.Ю. Повышение эффективности работы фотоэлектрических преобразователей при параллельной и мешаной коммутации. Вестник ВИЭСХ. – 2017.–№1(26). ЖурналСОК, №8. 2018.
7. Абдали Л.М. , Аль-Руфай Ф.М. , Якимович Б.А., Кувшинов В.В., Исса Х.А, Мохамме Х.Д. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. – 2020. Севастополь. С.21–26.



## СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОТ ИНФЕКЦИЙ ТИПА КОРОНАВИРУС

Сафонов В.А.<sup>1,2</sup>, Дьяков Н.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> Севастопольское отделение Государственного океанографического института им.Н.Н.Зубова, г. Севастополь, Россия

Hydrogen18@mail.ru

Целью способа является уничтожение и удаление погибших вирусов до подачи воздуха на дыхание за счет сжатия воздуха в компрессоре, где значительно повышается температура воздуха при его сжатии, последующее повышением температуры и центрифугирование вирусов в вихревой трубе в пристеночном слое с повышением температуры в отсепарированном потоке, измельчение и разрушение конструкции вирусов за счет центробежных сил и сил трения. Схема вихревой трубы представлена на рисунке 1, где сжатый воздух поступает в тангенциальное сопло 1, закручивается и горячий поток выходит через отверстие 3, а холодный – через диафрагму 4. Температура и давление потоков регулируется клапаном 2. При полном его закрытии резко растет температура и весь воздух выходит через диафрагму 4, что позволяет уменьшить давление компрессора и его мощность.

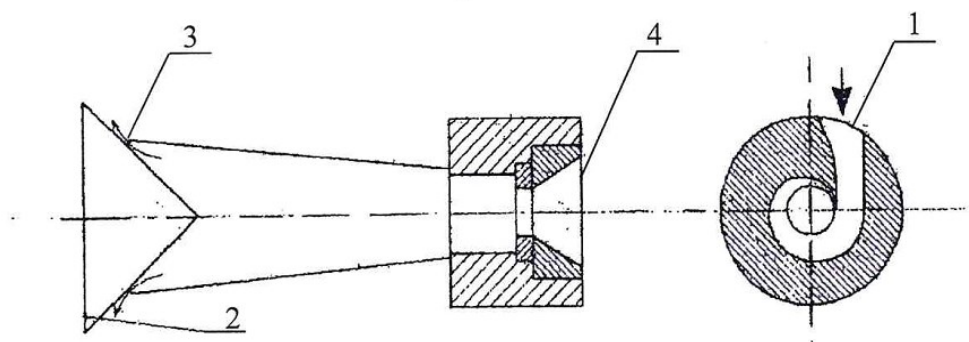


Рисунок 1 – Схема вихревой трубы.

Способ позволяет осуществлять регулирование температуры и давления подаваемого на дыхание воздуха из вихревой трубы. Вирусы разрушаются (особенно их присоски), погибают при высокой температуре, поэтому на дыхание будет подаваться воздух при полном уничтожении и последующем удалении погибших вирусов с горячим потоком воздуха, если используется потребителем холодный воздух. Если используется потребителем горячий поток воздуха, то погибшие вирусы задерживаются фильтром, предотвращая попадание их в органы дыхания. См. рис. 1.

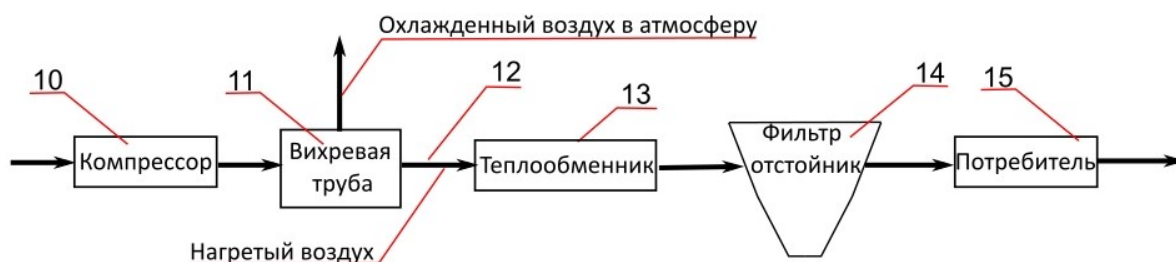


Рисунок 2 – Схема работы способа защиты от инфекций типа коронавируса.

## ЭНЕРГОВЫРАБОТКА СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВЫХ УСТАНОВОК НА ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Сафонов В.А.<sup>1,2,3</sup>, Дьяков Н.Н.<sup>2</sup>, Лана М.В.<sup>3</sup>, Жиляев С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup> Севастопольское отделение ГОИН г. Севастополь, Россия

<sup>3</sup> ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет»

hydrogen18@mail.ru

Использование разницы климатических условий высокогорья (по температуре и давлению) и низменных территорий - возможный путь повышения эффективности и энерговыработки солнечно-ветровых установок (СВУ). В ряде случаев ветроустановку (ВУ) устанавливают на входе в вертикальную трубу [1]. Однако создание высотной конструкции трубы является довольно сложным. Эту проблему можно решить, если воспользоваться природным горным рельефом и на него опереть трубу. На побережье Ялты давление составляет около 101 300 Па, а на горе Ай – Петри – 88 000 Па. Разность давлений и температур возможно использовать, если приложить дополнительную энергию за счет энергии Солнца или дополнительной принудительной вентиляции при слабом освещении трубы. Предлагается установить трубу от Мисхора до Ай-Петри (высота 1000-1200 м) длиной 3 000 м вдоль существующего канатного подъемника и выполнить ее из легкого материала, например, из жести с установкой на опоры подъемника или небольшие свои опоры на склоне горы, что упростит их конструкцию и трубы, турбину установить внутри трубы перед выходом из нее, как показано на рис 1.

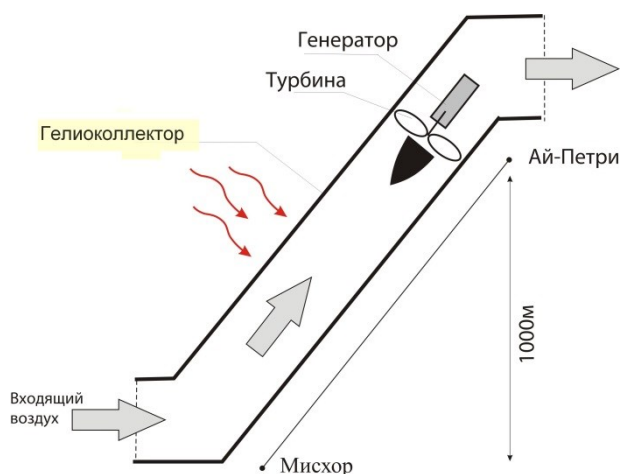


Рисунок 1 - Схема размещения установки ВЭУ в трубе.

Нагрев воздушного потока в гелиоколлекторе при КПД 50 % с эквивалентным гидравлическим диаметром 1 м, использование высокого давления воздуха с побережья и установка ротора внутри гелиоколлектора, при использовании перепада высот 1 000 м, позволяет значительно сократить диаметр ВЭУ при одинаковой мощности, примерно в 50 раз, упростить конструкцию ВЭУ: исключить редуктор, систему ориентации на ветер, повысить энерговыработку при тех же габаритах ротора, получать от ВЭУ электроэнергию максимальной мощностью днем 520 кВт при КПД турбины 30 % и получать в комплексе воду – 0.22 л/с, а при сжигании топлива перед турбиной - вырастет температура газа, КПД турбины - до 80% и ветропоток даст вклад в мощность - 1.32 МВт, эквивалентную мощности 2-х ВЭУ Т-600-48 мощностью 600 кВт каждая, с диаметром ротора 48 м.

Список использованной литературы:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергетическая\\_башня](https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергетическая_башня)

## **ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ МОРСКОЙ СРЕДЫ И СОСТАВА ПРОТИВООБРАСТАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

*Сизова О.С., Столбов А.Я.*

ФГБНУ «Институт природно-технических систем» г. Севастополь, Россия

oksana\_serg@mail.ru

В отечественном и зарубежном судостроении и судоремонте для защиты подводной поверхности корпусов различных плавсредств и других гидротехнических сооружений используются многослойные лакокрасочные покрытия (ЛКМ). Поверхностный слой такого покрытия, находящийся на границе раздела «морская вода – окрашенная поверхность», называется противообрастающим. Противообрастающий состав защищает окрашенную поверхность от оседания гидробионтов-обрастателей и развития макрообрастания.

В настоящее время широко используются разнообразные противообрастающие ЛКМ, содержащие растворимую в морской воде органическую основу (матрицу) и биоцид – закись меди (Soluble Matrix Type Paints - SMT-технология). К таким ЛКМ относятся противообрастающие эмали «СКАТ», АК-5264, РК-Marine AF (АО «Marine»). Продолжают использоваться эмали ХВ-5153, КФ-5225, ХС-5226, КЧ-5224 со сроком эффективной защиты до 3 лет. Однако эти защитные покрытия выделяют до 22–30 мкг/см<sup>2</sup>·сут меди и являются источником загрязнения морской среды.

Более перспективными считаются антиадгезионные противообрастающие составы на силиконовой основе, созданию которых в настоящее время уделяется большое внимание. Благодаря низкой поверхностной энергии таких покрытий (Non-Stick-технология), осевшие личинки обрастателей легко удаляются с него под напором воды при движении судна. Для большего снижения их поверхностной энергии при изготовлении используются нанотехнологии: в составы добавляются наночастицы различных металлов и их окислов (FeZnO, ZnO, FeCuO, CuO, ZnO-FeZnO, CuO-FeCuO, ZnTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-ZnO, ZnTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-TiO<sub>2</sub>, Ag-TiO<sub>2</sub>). Постоянное присутствие и равномерное распределение наночастиц в тонком поверхностном слое противообрастающего состава обеспечивает его эффективность. Антиадгезионные покрытия не загрязняют морскую среду и являются экологически чистыми.

Кроме особенностей химического состава современных противообрастающих ЛКМ на их эффективность влияют химические и биотические факторы морской воды. Микробиогенное отложение карбонатных соединений экранирует поверхность покрытий, приводит к понижению величины рН в поверхностном микрослое противообрастающих композиций. В результате нарушается ожидаемый механизм их защитного действия, что может приводить к быстрой потере эффективности ЛКМ, особенно антиадгезионных составов.

В связи с возрастающим загрязнением морской среды появляются различные химические факторы, изменяющие эффективность противообрастающих ЛКМ. К такому фактору можно отнести появление сероводорода в прибрежных акваториях. В результате загрязнения морской среды органическими соединениями, образования пленки нефтепродуктов на морской поверхности в прибрежном мелководье формируются анаэробные условия и образуется сероводород. Сероводородное загрязнение отмечено в Севастопольских бухтах – районе доков в Инкермане и б. Южная.

Нами проведены исследования по влиянию низких концентраций сероводорода (до 0, 1 мг/л) на эффективность наиболее широко используемых противообрастающих покрытий с растворимой органической основой и закисью меди. Отмечена потеря эффективности таких составов после 2-х месяцев испытания на морском стенде в летний сезон. Связывание меди и других металлов в труднорастворимые сульфиды изменяет их химические и физические свойства. Появление нерастворимых сульфидов меди снижает образование ионов одновалентной меди, защищающих поверхность от оседания личинок-обрастателей. Образование сульфидов металлов, вводимых в виде наночастиц в антиадгезионные составы, изменяет химический состав поверхностного микрослоя, что может быть потенциальной причиной потери эффективности этими ЛКМ.

**ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА В 2019/2020 ГГ.**

Турин Е.Н.

ФГБУН «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь,  
Россия  
turin\_e@niishk.ru

Одна из ведущих отраслей сельского хозяйства в мире – производства зерна и семян: источника питания человека и сельскохозяйственных животных. Задача науки о земледелии – научить работников сельского хозяйства использовать земли сельскохозяйственного назначения высокопродуктивно с наименьшими затратами и сохранять при этом почву (Турин, 2008; Соболевский, 2020; Турина, 2019).

Стационарный опыт по изучению различных систем земледелия (традиционная (ТС) и прямой посев (ПП)) заложен в Центральной степи Крыма (с. Клепинино). Изучались полевые культуры: озимая пшеница, озимый ячмень, лен масличный, сорго зерновое, горох посевной. При посеве изучаемый вариант инокулировался комплексным микробным препаратом (КМП), вариант без обработки служил контролем. Анализы зерна и семян проводились согласно методикам Петербургского А.В. (Петербургский, 1963). Математическая обработка данных проводилась по Доспехову Б.А. (Доспехов, 2011).

В результате проведения агрохимических анализов, в зависимости от системы земледелия и применения КМП, было установлено следующее. ПП на озимой пшенице снижал содержание протеина, клейковины на 4,12 % и 5,45 % соответственно. ТС получила преимущество по этому параметру за счет предшественника черный пар. Содержание крахмала и масса 1000 семян по обеим системам не имели отличий. Натура зерна по ТС – 621 г/л, по ПП – 688 г/л, т.е. на 67 г/л на контроле меньше. На 3,5 % стекловидность при классической системе была выше. Применение КМП на озимой пшенице способствовало увеличению содержания протеина на 1,48 %, клейковины 3,8 %, соответственно есть тенденция к снижению содержания крахмала на этом варианте. Масса 1000 семян и натура получились одинаковыми. Стекловидность при применении КМП выше на 5,4 %. На ячмене озимом применение различных технологий не повлияло на содержание протеина, массы 1000 семян и натуру зерна. Масса 1000 семян была по системам земледелия одинаковой. Системы земледелия и инокуляция семян льна масличного не оказали влияния на качество продукции данной культуры. Применение КМП на горохе посевном при системе земледелия прямого посева способствовало увеличению содержанию белка в зерне на 1,4 % и массы 1000 семян. На сорго зерновом системы земледелия не повлияли на качество продукции. Содержание протеина на 0,4 % было больше при применении КМП, наличие жира не менялось по технологиям. В целом следует отметить, что в условиях 2019/2020 гг. при ПП несколько снижается качество продукции только на пшенице озимой. Применение КМП для предпосевной обработки семян способствовало некоторому увеличению качества продукции по различным параметрам на пшенице озимой, горохе посевном и сорго зерновом.

Список использованной литературы:

Турин Е.Н. Клевер открытозевый – перспективная кормовая культура / Е.Н. Турин // Земледелие. – № 8. – 2008. – С. 40.

Соболевский, И. В. Исследования качества поверхностной обработки почвы упругими s-образными стойками с регулируемой жесткостью культиватора-плоскореза КПП-3 / И. В. Соболевский // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21(184). – С. 106-116.

Турина Е.Л. Значение и культивирование *Camelina Sp.* в различных регионах мира (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. – №3(19). – 2019. – С. 133–151.

Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Изд-во с/х литературы, 1963. – 591 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 2011. – 315 с.

## **КАЧЕСТВО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ СЕМЯН КУЛЬТУР, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В КРЫМУ**

*Турина Е.Л., Ростова Е.Н.*

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,

г. Симферополь, Россия

turina\_e@niishk.ru

Растительные масла являются важной частью энергетически сбалансированного и здорового рациона человека. Их жировая фракция имеет значительно более высокую энергетическую ценность по сравнению с белками и углеводами.

Помимо пищевого направления, растительное масло играет огромную роль в качестве ресурса для получения биодизеля, поскольку потребление ископаемого топлива продолжает расти, что приводит к загрязнению окружающей среды. Растительные масла используют также в фармацевтической, косметической и олеохимической промышленности.

Направление применения растительных масел обусловлено их жирнокислотным составом. Природные условия Крыма позволяют получать масличное сырье высокого качества (Турина, 2019). Поэтому целью наших исследований было изучение качества растительных масел, полученных из семян льна масличного, рыжика озимого и ярового, горчицы белой, сарептской и черной, выращенных в Крыму.

Исследования были проведены в 2017–2020 гг. Жирнокислотный состав растительных масел определяли методом газожидкостной хроматографии.

Установлено, что в масле льна и рыжика содержится высокое количество омега-3 и омега-6 жирных кислот. Так, в среднем, сорт льна Флиз содержал в своём составе линолевой кислоты – 14,4%, линоленовой – 43,9%, сорт ВНИИМК 620 – 16,1 и 51,9%, яровой сорт рыжика Велес – 17,89 и 37,06%, озимый сорт рыжика Адамас – 20,00 и 29,86% соответственно. Содержание эруковой кислоты в этих маслах не превысило 3,25%, что соответствует ГОСТ 30623-98 для пищевых растительных масел. Данные масла пригодны для использования и на технические цели, однако учитывая уникальность соотношения полиненасыщенных жирных кислот и полезное воздействие на организм человека, их целесообразно применять в пищу и в качестве биологически активной добавки.

Жирнокислотный состав масла разных видов горчицы различается, в основном, по содержанию олеиновой, эйкозеновой и эруковой кислотам. В масле трех видов горчицы содержится значительное количество линоленовой кислоты 10,1–11,7 %, на долю линолевой приходится 9,5–29,5 % в зависимости от вида и сорта. Безэруковые сорта (Радуга и Ника) содержат высокое содержание олеиновой кислоты 51,5–58,7 %. Такие масла преимущественно используют на пищевые цели. Эруковые сорта (Луговская и Славянка) характеризуются более низким содержанием олеиновой кислоты 12,4–33,7 % и повышенным содержанием эйкозеновой 9,1–11,2 % и эруковой 14,6–36,9 %. Эти масла нашли свое применение в промышленном производстве.

Наши исследования позволили извлечь пользу из глубокого резервуара различных жирнокислотных композиций, обнаруженных в семенах традиционных и новых для крымского полеводства масличных культур. Рост осведомленности потребителей о влиянии различных масел на здоровье человека, возможности их использования в технической промышленности, в том числе, для производства биотоплива, создает предпосылки для увеличения посевных площадей и ареалов возделывания различных видов масличных культур. Знания о жирнокислотном составе растительных масел позволит грамотно разнообразить свой рацион и соблюдать рекомендуемые суточные нормы потребления жирных кислот.

Список используемой литературы:

Турина Е.Л. Значение и культивирование *Camelina* sp. в различных регионах мира (ОБЗОР) / Е. Л. Турина // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 3(19). – С. 133-151. – DOI 10.33952/2542-0720-2019-3-19-133-151.

## **МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ СИМФЕРОПОЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ЗА ПЕРИОД 2018-2021 ГГ.**

*Фризен А. В., Андрюшин Д. С.*

Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Севастополе, г. Севастополь, Россия  
anna.friezen@gmail.com, qsful@yandex.ru

На территории Крымского полуострова существует проблема нехватки пресной воды, которая особенно ощутима в густонаселенных районах предгорий. В связи с этим объектом мониторинга было выбрано Симферопольское водохранилище, расположенное на реке Салгир и являющееся вторым по площади водохранилищем полуострова после Чернореченского. Система мониторинга водной поверхности с использованием данных ДЗЗ и обработкой их в ГИС в совокупности с данными об осадках и температуре воздуха в исследуемом районе позволяет выявлять и оценивать тенденцию изменения такого наблюдаемого параметра, как площадь водного зеркала водохранилища.

Для понимания ситуации, связанной с наполнением Симферопольского водохранилища, с портала USGS (Службы геологической съемки США) были отобраны мультиспектральные спутниковые снимки (Landsat-8), находящиеся в открытом доступе, а также получены данные метеорологических наблюдений (метеостанция г. Симферополя), такие как среднемесячная температура воздуха и осадки за 2018-2021 года и уровень Симферопольского водохранилища в период с мая 2019 года по июль 2021 года.

Период 2018-2020 гг. можно считать засушливым, т.к. при подсчетах среднегодовых температур и среднегодовой испаряемости была выявлена тенденция к увеличению данных показателей относительно среднеклиматических (1991-2020 гг.), при том, что годовое количество осадков за период постепенно уменьшалось. Так, среднеклиматические показатели температуры, испаряемости и осадков равны 11,3°C, 883 мм и 501 мм соответственно. Показатели среднегодовой температуры увеличивались от 12,7°C в 2018 и 2019 гг. до 12,9°C в 2020 г, так же, как и показатели испаряемости: от 954 мм в 2018 г. до 943 мм в 2020 г. Количество осадков уменьшалось с 518 мм в 2018 г., 408 мм в 2019 г. до 368 мм к 2020 г. Обратная ситуация наблюдается в 2021 г.: за период с января по август 2021 сумма выпавших осадков составила 463 мм, средняя температура – 12,9°C, показатель испаряемости – 690 мм. Измерения за неполный 2021 год были взяты с целью наблюдения за поведением площади водного зеркала водохранилища, в условиях большого количества осадков, выпавших в период с января по июль, что значительно превышает показатель за весь 2020 г.

Для отделения водной поверхности от влажной зоны осушения был рассчитан нормализованный индекс вегетационной активности (NDWI). Результаты измерения площадей водохранилища за 2018–2020 гг. в марте месяце каждого года и сентябре 2020 г., а также в апреле и августе 2021 г. показывают следующее: с 2018 по 2019 гг. изменение площади водного зеркала было отрицательное и составило 0,42 км<sup>2</sup>, за 2019–2020 гг. – 0,98 км<sup>2</sup> (отрицательное), за март - сентябрь 2020 г. – 0,51 км<sup>2</sup>. За период 2019–2020 гг. произошло наиболее сильное обмеление, которое за периоды наибольшего выпадения осадков не смогло восстановиться до своей нормальной площади зеркала в 3,17 км<sup>2</sup> и составило 0,87 км<sup>2</sup>. В апреле 2021 г., на который приходился минимум осадков (34 мм) площадь водного зеркала составила 0,85 км<sup>2</sup>, а в августе 1,26 км<sup>2</sup>, что является положительным изменением (0,38 км<sup>2</sup>) в сравнении с 2020 годом.

С использованием архивных и рассчитанных климатических показателей, а также геоинформационной системы QGIS и данных дистанционного зондирования была выявлена зависимость динамики площади водного зеркала наблюдаемого водоема по отношению к изменению количества выпадающих осадков и показателя испаряемости.

## К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЦЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЮЖНОГО ПРИИЛЬМЕНЬЯ

Цинкобурова М.Г., Норова Л.П.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия  
maschek@mail.ru, larianorova@rambler.ru

При решении многих экологических проблем современности интерес вызывают особо охраняемые территории (ООПТ) и другие ценные геологические объекты, которые имеются почти во всех странах мира. В рамках данной работы эти вопросы рассматриваются для Южного Приильмения (Приозерная часть юга Приильменской впадины). Здесь в список особо охраняемых территорий включены следующие особо ценные геологические объекты, имеющие региональный статус (табл.1).

Таблица 1 – Особо охраняемые территории (ООПТ) Южного Приильмения (Новгородская область)

Тип	Подтип	Название	Локализация	Характеристика
Комплексный	Опорные стратиграфические разрезы	«Ильменский глинт» <sup>1</sup>	Шимский и Старорусский районы, южный берег озера Ильмень	Стратотип региональных стратиграфических подразделений — ильменских и бурегских слоев девона
Гидролого-гидрогеологический	Источники минеральных вод	Источник на р. Шелонь <sup>2</sup>	Солецкий район	Воды хлоридно-натриево-кальциевые
		Источник в г.Сольцы	Солецкий район, г. Сольцы	Воды хлоридно-натриево-кальциевые (старейший из зафиксированных источников)
Геоморфологический	Ледниково-аккумулятивные формы рельефа	Валун у д. Камень	Шимский район, д. Камень	Ледниковый гранитный валун, высотой около 5 м, основание 9*10 м, периметр более 38 м, погружен в землю на неопределенную глубину.
		Валуны на р. Шелонь	Солецкий район, вблизи д. Сосновка на р. Шелони	Ледниковые, преимущественно гранитные валуны разного размера

**Примечание:** <sup>1</sup>Активизация геологических процессов, повышение агрессивности грунтовых вод; <sup>2</sup>Расхождение информации между паспортом и картой: на карте отмечены как комплексные, а в паспорте как геолого-гидрогеологические.

Содержащаяся в паспортах ООПТ информация далеко не в полной мере отражает все разнообразие и истинное состояние представляющих ценность геологических объектов Южного Приильмения, а отсюда и перечень, предусмотренных мер по охране объектов геологического наследия. Так, в круге задач при оценке степени сохранности Ильменского глинта важное место должны занимать исследования процессов и явлений, способных нести разрушение памятника природы. Программа таких исследований должна включать комплексные наблюдения вдоль всего уступа глинта для разработки мероприятий по его защите.

С гидрогеологической точки зрения указанный район входит в состав площади Приильменского очага разгрузки соленых артезианских вод (средний и верхний девон). По международной классификации они относятся к хлоридно-натриево-кальциевой группе (табл.2). С выходами этих вод на поверхность до середины XIX века были связаны солепромыслы. Южное Приильмение стало районом добычи соли, основным центром которого был город Старая Русса. Безхозяйственная эксплуатация самоизливающихся скважин (пробурены еще XIX веке) и источников с соленой водой до настоящего времени наносит ущерб самого разнообразного характера, в первую очередь огромно влияние их разгрузки на химический состав поверхностных вод.

Таблица 2 – Химический состав минеральных вод (г. Старая Русса, по данным А.И. Короткова, 1994)

Водопункт	Водовмещающая порода	Глубина отбора пробы, м	Eh, mv	pH	Fe <sup>++</sup> /Fe <sup>+++</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Формула Курлова
Новодиректорский источник	Песчаник (D <sub>3</sub> )	~205	+119	7,16	4,18/0,40	M <sub>20,5</sub> $\frac{Cl92SO_4 8}{Na70Ca19}$
Скважина10	Известняк (D <sub>3</sub> )	54,6-55,5	+115	7,3	4,13/0,10	M <sub>10,2</sub> $\frac{Cl91SO_4 7}{Na51Ca25}$

После периода старорусского солеварения на смену приходит город-курорт Старая Русса. Следует отметить, что согласно ФЗ 1995 г. курорты можно отнести к особому типу ООПТ, так как они используют природный ресурс (минеральные воды, лечебные грязи, климат и др.), нуждаются в его сохранении в естественном виде на неопределенно долгое время.

Аналогично не получили официальный статус ряд ценных геоморфологических и стратиграфических объектов Южного Приильмения, часть из них уже частично или полностью утрачены (стратотип суховских слоев на реке Шелонь, стратотип свинордских слоев на р. Колошка). Приведенные примеры демонстрируют необходимость постоянного мониторинга состояния ценных геологических и природных объектов.

Список использованной литературы:

Уникальные геологические объекты России. Северо-западный регион. Новгородская область  
[http://www.geomem.ru/mem\\_map.php?s\\_pict=novgorod.gif](http://www.geomem.ru/mem_map.php?s_pict=novgorod.gif). Дата обращения 05.09.21

## ВЛИЯНИЕ РОСТА ГОРОДОВ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Юнчик Ю.А.

ФГБУН «НИИСХ Крыма», г. Симферополь, Россия

Yunchik99@mail.ru

**Введение.** Водные экосистемы подвергаются значительному антропогенному воздействию, что проявляется как в ухудшении качества водных ресурсов, так и в истощении их запасов. Так как города являются одним из основных источников антропогенного воздействия на окружающую природную среду, целесообразно отслеживать их влияние на водные экосистемы. За последние годы происходит активный рост городов, застройка долин рек и водосборных площадей водохранилищ, что касается и застройки г. Симферополь.

**Цель исследований.** Определить влияние динамики увеличения площади города Симферополя на состояние водных объектов.

**Материалы и методы исследований.** Проведено выделение границ массив урбанизированной территории города Симферополя за период с 1894 по 2020 гг. Оцифровка проводилась посредством использования исторических космических снимков сервиса «Google Earth Pro» и создания объекта «многоугольник», что позволило произвести расчёт площадей как в рассматриваемом сервисе, так и в ПО QGIS 2.18.

Анализ последствий влияния урбанизированных территорий города Симферополя на состояние водных ресурсов отражён в публикации (Дунаева, 2013) (по состоянию на 2005 – 2011 гг.)

Использованы картографический, аналитический, теоретический методы.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты оцифровки границ застроенной территории г. Симферополя показали постепенное увеличение площади города, и представлены на рис. 1.

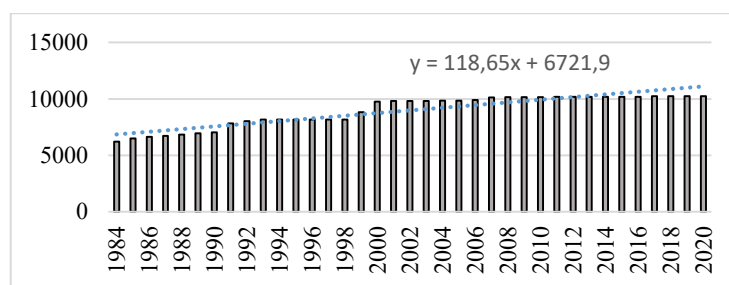


Рис. 1. Динамика площади (га) застройки г. Симферополя (1984 – 2020 гг.)

Следует отметить, что площадь урбанизированной территории является одним из показателей, которые используются в современных методиках оценки влияния антропогенной деятельности на состояние водных объектов («Бассейн малой реки» Яцика А.В., «Комплексная оценка геоэкологического состояния водных ресурсов малых рек» Тимченко З.В), т.е. исходя из анализа рисунка 1 (увеличение площади урбанизированной территории на 65,3 %), можно сделать вывод, что негативное воздействие на водные объекты, расположенные на территории г. Симферополь или вблизи от него, возросло. Это подтверждается приведёнными Дунаевой Е.А. (2013) и Власовой А.Н. (2015) исследованиями. К примеру, в работе (Дунаева, 2013) указано, что в Симферопольском водохранилище за период с 2005 по 2011 гг. наблюдается тенденция повышения коли-индекса, по р. Салгир зафиксировано увеличение содержания нитратов. Следовательно, увеличение за рассматриваемый период площадей урбанизации повлечёт увеличение нагрузки на водные объекты.

Список использованной литературы:

Дунаева Е.А. Екологічне оцінювання впливу антропогенного навантаження на водні об'єкти // Меліорація і водне господарство. – 2013. – № 2(100). – С. 194-202.

Власова А.Н. Конфликты природопользования в бассейне Р. Салгир // Материалы VI Международной научной конференции, Белгород, 12–16 октября 2015 года / Ответственный за выпуск Голеусов П.В.. – Белгород: Политерра, 2015. – С. 23-27.





Тезисы докладов  
Международной научно-практической конференции  
«Системы контроля окружающей среды – 2021»

На русском языке

Подписано к печати 31.10.2021.  
Заказ 160. Тираж 250 экз.

---

Отпечатано ИК ИПТС  
299011 г. Севастополь, ул. Ленина, 28  
Тел.: +7(8692)54-44-10  
ph@instpts.ru